

ORGANIZADORES

Fernanda Ostermann

Ives Solano Araújo

Matheus Monteiro Nascimento

CADERNOS DE PESQUISA DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA DA UFRGS



ORGANIZADORES

Fernanda Ostermann

Ives Solano Araújo

Matheus Monteiro Nascimento

CADERNOS DE PESQUISA DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA DA UFRGS



I São Paulo I 2023 I



DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)

C122

Cadernos de Pesquisa do Programa de Pós-graduação em Ensino de Física da UFRGS / Organizadores Fernanda Ostermann, Ives Solano Araujo e Matheus Monteiro Nascimento. – São Paulo: Pimenta Cultural, 2023.

Livro em PDF

ISBN 978-65-5939-825-6

DOI 10.31560/pimentacultural/2023.98256

1. Ensino de Física. 2. Pesquisa em Ensino. 3. Metodologia de Pesquisa. 4. Estudo empírico e teórico. I. Ostermann, Fernanda (organizadora). II. Araujo, Ives Solano (organizador). III. Nascimento, Matheus Monteiro (organizador). IV. Título.

CDD: 370

Índice para catálogo sistemático:

I. Ensino.

Jéssica Oliveira - Bibliotecária - CRB-034/2023

ISBN formato impresso (brochura): 978-65-5939-826-3

Copyright © Pimenta Cultural, alguns direitos reservados.

Copyright do texto © 2023 os autores e as autoras.

Copyright da edição © 2023 Pimenta Cultural.

Esta obra é licenciada por uma Licença Creative Commons:

Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional - (CC BY-NC-ND 4.0).

Os termos desta licença estão disponíveis em:

[<https://creativecommons.org/licenses/>](https://creativecommons.org/licenses/).

Direitos para esta edição cedidos à Pimenta Cultural.

O conteúdo publicado não representa a posição oficial da Pimenta Cultural.

Direção editorial	Patrícia Biegling Raul Inácio Busarello
Editora executiva	Patrícia Biegling
Coordenadora editorial	Landressa Rita Schiefelbein
Assistente editorial	Bianca Biegling
Diretor de criação	Raul Inácio Busarello
Assistente de arte	Naiara Von Groll
Edição eletrônica	Andressa Karina Voltolini Potira Manoela de Moraes
Bibliotecária	Jéssica Castro Alves de Oliveira
Imagens da capa	Freepik - Freepik
Tipografias	Acumin, Gobold High, Rockwell
Revisão	Landressa Rita Schiefelbein
Organizadores	Fernanda Ostermann Ives Solano Araujo Matheus Monteiro Nascimento

PIMENTA CULTURAL

São Paulo • SP

+55 (11) 96766 2200

livro@pimentacultural.com

www.pimentacultural.com



2 0 2 3

CONSELHO EDITORIAL CIENTÍFICO

Doutores e Doutoradas

Adilson Cristiano Habowski
Universidade La Salle, Brasil

Adriana Flávia Neu
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Adriana Regina Vettorazzi Schmitt
Instituto Federal de Santa Catarina, Brasil

Aguimario Pimentel Silva
Instituto Federal de Alagoas, Brasil

Alaim Passos Bispo
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

Alaim Souza Neto
universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Alessandra Knoll
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Alessandra Regina Müller Germani
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Aline Corso
Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Brasil

Aline Wendpap Nunes de Siqueira
Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil

Ana Rosângela Colares Lavand
Universidade Federal do Pará, Brasil

André Gobbo
Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Andressa Wiebusch
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Andreza Regina Lopes da Silva
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Angela Maria Farah
Universidade de São Paulo, Brasil

Anísio Batista Pereira
Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

Antonio Edson Alves da Silva
Universidade Estadual do Ceará, Brasil

Antonio Henrique Coutelo de Moraes
Universidade Federal de Rondonópolis, Brasil

Arthur Vianna Ferreira
Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Ary Albuquerque Cavalcanti Junior
Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil

Asterlindo Bandeira de Oliveira Júnior
Universidade Federal da Bahia, Brasil

Bárbara Amaral da Silva
Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil

Bernadette Beber
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Bruna Carolina de Lima Siqueira dos Santos
Universidade do Vale do Itajaí, Brasil

Bruno Rafael Silva Nogueira Barbosa
Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Caio Cesar Portella Santos
Instituto Municipal de Ensino Superior de São Manuel, Brasil

Carla Wanessa do Amaral Caffagni
Universidade de São Paulo, Brasil

Carlos Adriano Martins
Universidade Cruzeiro do Sul, Brasil

Carlos Jordan Lapa Alves
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil

Caroline Chioquetta Lorenset
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Cássio Michel dos Santos Camargo
Universidade Federal do Rio Grande do Sul-Faced, Brasil

Christiano Martino Otero Avila
Universidade Federal de Pelotas, Brasil

Cláudia Samuel Kessler
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Cristiana Barcelos da Silva.
Universidade do Estado de Minas Gerais, Brasil

Cristiane Silva Fontes
Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil

Daniela Susana Segre Guertzenstein
Universidade de São Paulo, Brasil

Daniele Cristine Rodrigues
Universidade de São Paulo, Brasil

Dayse Centurion da Silva
Universidade Anhanguera, Brasil

Dayse Sampaio Lopes Borges
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil

Diego Pizarro
Instituto Federal de Brasília, Brasil

Dorama de Miranda Carvalho
Escola Superior de Propaganda e Marketing, Brasil

Edson da Silva
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil

Elena Maria Mallmann
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Eleonora das Neves Simões
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Eliane Silva Souza
Universidade do Estado da Bahia, Brasil

Elvira Rodrigues de Santana
Universidade Federal da Bahia, Brasil

Éverly Pegoraro
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

Fábio Santos de Andrade
Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil

Fabrcia Lopes Pinheiro
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Felipe Henrique Monteiro Oliveira
Universidade Federal da Bahia, Brasil

Fernando Vieira da Cruz
Universidade Estadual de Campinas, Brasil

Gabriella Eldereti Machado
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Germano Ehlert Pollnow
Universidade Federal de Pelotas, Brasil

Geymeesson Brito da Silva
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

Giovanna Ofretorio de Oliveira Martin Franchi
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Handerson Leylton Costa Damasceno
Universidade Federal da Bahia, Brasil

Hebert Elias Lobo Sosa
Universidad de Los Andes, Venezuela

Helciclever Barros da Silva Sales
*Instituto Nacional de Estudos
e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, Brasil*

Helena Azevedo Paulo de Almeida
Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil

Hendy Barbosa Santos
Faculdade de Artes do Paraná, Brasil

Humberto Costa
Universidade Federal do Paraná, Brasil

Igor Alexandre Barcelos Graciano Borges
Universidade de Brasília, Brasil

Inara Antunes Vieira Willerding
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Ivan Farias Barreto
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

Jaziel Vasconcelos Dorneles
Universidade de Coimbra, Portugal

Jean Carlos Gonçalves
Universidade Federal do Paraná, Brasil

Jocimara Rodrigues de Sousa
Universidade de São Paulo, Brasil

Joelson Alves Onofre
Universidade Estadual de Santa Cruz, Brasil

Jónata Ferreira de Moura
Universidade São Francisco, Brasil

Jorge Eschriqui Vieira Pinto
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil

Jorge Luís de Oliveira Pinto Filho
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

Juliana de Oliveira Vicentini
Universidade de São Paulo, Brasil

Julierme Sebastião Morais Souza
Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

Junior César Ferreira de Castro
Universidade de Brasília, Brasil

Katia Bruginiski Mulik
Universidade de São Paulo, Brasil

Laionel Vieira da Silva
Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Leonardo Pinheiro Mozdzenski
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

Lucila Romano Tragtenberg
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Brasil

Lucimara Rett
Universidade Metodista de São Paulo, Brasil

Manoel Augusto Polastreli Barbosa
Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Marcelo Nicomedes dos Reis Silva Filho
Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil

Marcio Bernardino Sirino
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Marcos Pereira dos Santos
Universidade Internacional Iberoamericana del Mexico, México

Marcos Uzel Pereira da Silva
Universidade Federal da Bahia, Brasil

Maria Aparecida da Silva Santandel
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

Maria Cristina Giorgi
*Centro Federal de Educação Tecnológica
Celso Suckow da Fonseca, Brasil*

Maria Edith Maroca de Avelar
Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil

Marina Bezerra da Silva
Instituto Federal do Piauí, Brasil

Michele Marcelo Silva Bortolai
Universidade de São Paulo, Brasil

Mônica Tavares Orsini
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

Nara Oliveira Salles
Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Neli Maria Mengalli
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Brasil

Patrícia Biegging
Universidade de São Paulo, Brasil

Patricia Flavia Mota
Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Raul Inácio Busarello
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Raymundo Carlos Machado Ferreira Filho
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Roberta Rodrigues Ponciano
Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

Robson Teles Gomes
Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Rodiney Marcelo Braga dos Santos
Universidade Federal de Roraima, Brasil

Rodrigo Amancio de Assis
Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil

Rodrigo Sarruge Molina
Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Rogério Rauber
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil

Rosane de Fatima Antunes Obregon
Universidade Federal do Maranhão, Brasil

Samuel André Pompeo
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil

Sebastião Silva Soares
Universidade Federal do Tocantins, Brasil

Silmar José Spinardi Franchi
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Simone Alves de Carvalho
Universidade de São Paulo, Brasil

Simoni Urnau Bonfiglio
Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Stela Maris Vaucher Farias
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Tadeu João Ribeiro Baptista
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno
Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil

Taíza da Silva Gama
Universidade de São Paulo, Brasil

Tania Micheline Miorando
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Tarcísio Vanzin
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Tascieli Feltrin
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Tayson Ribeiro Teles
Universidade Federal do Acre, Brasil

Thiago Barbosa Soares
Universidade Federal do Tocantins, Brasil

Thiago Camargo Iwamoto
Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Brasil

Thiago Medeiros Barros
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

Tiago Mendes de Oliveira
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Brasil

Vanessa Elisabete Raue Rodrigues
Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil

Vania Ribas Ulbricht
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Wellington Furtado Ramos
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

Wellton da Silva de Fatima
Instituto Federal de Alagoas, Brasil

Yan Masetto Nicolai
Universidade Federal de São Carlos, Brasil

PARECERISTAS E REVISORES(AS) POR PARES

Avaliadores e avaliadoras Ad-Hoc

Alessandra Figueiró Thornton
Universidade Luterana do Brasil, Brasil

Alexandre João Appio
Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Brasil

Bianka de Abreu Severo
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Carlos Eduardo Damian Leite
Universidade de São Paulo, Brasil

Catarina Prestes de Carvalho
Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, Brasil

Elisiene Borges Leal
Universidade Federal do Piauí, Brasil

Elizabeth de Paula Pacheco
Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

Elton Simomukay
Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil

Francisco Geová Goveia Silva Júnior
Universidade Potiguar, Brasil

Indiamaris Pereira
Universidade do Vale do Itajaí, Brasil

Jacqueline de Castro Rimá
Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Lucimar Romeu Fernandes
Instituto Politécnico de Bragança, Brasil

Marcos de Souza Machado
Universidade Federal da Bahia, Brasil

Michele de Oliveira Sampaio
Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Pedro Augusto Paula do Carmo
Universidade Paulista, Brasil

Samara Castro da Silva
Universidade de Caxias do Sul, Brasil

Thais Karina Souza do Nascimento
Instituto de Ciências das Artes, Brasil

Viviane Gil da Silva Oliveira
Universidade Federal do Amazonas, Brasil

Weyber Rodrigues de Souza
Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Brasil

William Roslindo Paranhos
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Parecer e revisão por pares

Os textos que compõem esta obra foram submetidos para avaliação do Conselho Editorial da Pimenta Cultural, bem como revisados por pares, sendo indicados para a publicação.

SUMÁRIO

Apresentação	10
---------------------------	-----------

CAPÍTULO 1

Leonardo Albuquerque Heidemann

Rodrigo Weber Pereira

Eliane Angela Veit

Nem provas, nem descobertas: que podemos produzir no laboratório didático de Física?	15
---	-----------

CAPÍTULO 2

Estevão Antunes Jr.

Claudio J. H. Cavalcanti

Fernanda Ostermann

A BNCC e os PCN no Ensino Fundamental II em interação dialógica: uma análise bakhtiniana articulada a redes textuais	56
---	-----------

CAPÍTULO 3

Alan Alves-Brito

Anderson Oliveira

Luciano Slovinski

Kaleb Alho

Encontro de saberes: novas interfaces de pesquisa em Ensino, Educação e divulgação de Ciências Físicas.....	82
--	-----------

CAPÍTULO 4

Neusa Teresinha Massoni

Claudio Rejane da Silva Dantas

Avaliação Externa: uma prática na educação científica com muitas questões em aberto.....	109
---	------------

CAPÍTULO 5

Bianca Vasconcelos do Evangelho Franco

Tobias Espinosa

Leonardo Albuquerque Heidemann

Em busca de sentido:

interpretando as experiências acadêmicas

à luz das subfunções da autorregulação 141

CAPÍTULO 6

Nathan Willig Lima

Gabriela Gomes Rosa

Afonso Werner da Rosa

Eduardo Gois

Em direção a uma pedagogia cosmopolítica:

História e Filosofia no Ensino de Ciências para reviver no Antropoceno 163

CAPÍTULO 7

Elkin A. Vera-Rey

Ileana M. Greca

Ives Solano Araujo

Eliane Angela Veit

Campos de identificación y negociabilidad:

un marco analítico para el estudio de los procesos de

formación de identidad docente del profesor de Ciencias 189

CAPÍTULO 8

Matheus Monteiro Nascimento

Laís Gedoz

Daniel Pigozzo

**Desigualdades estruturais,
práticas sociais e epistêmicas:**

o *modus operandi* das ciências sociais

no estudo de objetos da Educação em Ciências 218

Sobre os organizadores 242

Sobre os autores e as autoras 243

APRESENTAÇÃO

Como área de concentração do Programa de Pós-Graduação em Física no Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), o “Mestrado em Ensino de Física” existia desde a criação desse Programa em 1968, época na qual foi fundado, em nossa universidade, liderado pelo Prof. Marco Antonio Moreira, um dos primeiros grupos brasileiros de pesquisa em Ensino de Física. A primeira dissertação de “Mestrado em Ensino de Física” foi concluída em 1972 e até 2004 foram apresentadas cerca de 40 dissertações nessa área. Essa primeira dissertação foi também a primeira do Brasil em Ensino de Física e uma das primeiras da América Latina, senão a primeira. Em meados dos anos noventa do século passado, a possibilidade de pós-graduação em Física com área de concentração em Ensino de Física foi estendida ao Doutorado. Em 2000, foram defendidas as duas primeiras teses em Ensino de Física.

Esta iniciativa de um “Doutorado em Ensino de Física”, como área da Pós-Graduação em Física, pelo Instituto de Física, foi pioneira no País e no exterior. Em 2002, o Instituto de Física da UFRGS foi novamente um protagonista na área de Ensino de Física ao propor o primeiro Mestrado Profissional em Ensino de Física do País, criando, assim, o Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (PPGenFis), não mais vinculado à Pós-Graduação em Física, para abrigar esse curso. Em 2006, como parte de uma tradição de mais de 30 anos, foi criado o Mestrado Acadêmico. Finalmente, em 2008, o PPGEnFis passou a abrigar também o Doutorado em Ensino de Física.

Há outros programas no nosso país que oferecem Mestrado e Doutorado em Ensino de Ciências, abertos a graduados em Física, mas não são específicos em Física. Atualmente, a UFRGS é a única instituição que possui cursos de Mestrado Acadêmico e Doutorado

voltados exclusivamente ao Ensino de Física no País. De forma complementar às fundamentais iniciativas interdisciplinares dos Programas de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, o PPGEnFis busca contribuir para a Educação em Ciências no País direcionando seus esforços investigativos à educação básica, ao ensino superior, à formação docente, bem como a espaços não formais. À luz de referenciais filosóficos, históricos, sociológicos, epistemológicos, teóricos e metodológicos consistentes, as pesquisas desenvolvidas centram-se em currículo, políticas públicas, ensino-aprendizagem, avaliação, metodologias inovadoras no Ensino de Física e de Ciências.

Em relação ao Mestrado Profissional, formamos 111 mestres até 2018 (ano de seu encerramento) e, como consequência, foram disponibilizados mais de uma centena de produtos educacionais, na forma de textos de apoio ao professor de Física, hipermídias e vídeos, além das dissertações propriamente ditas. Nos cursos acadêmicos, até o momento, formamos 50 mestres e 36 doutores. Teses do PPGEnFis obtiveram reconhecimento da CAPES (um prêmio de melhor tese e três menções honrosas) e duas teses premiadas pela Sociedade Brasileira de Física (SBF). Na última avaliação realizada pela CAPES, correspondendo ao quadriênio 2017-2020, o PPGEnFis obteve o conceito 6, mantendo a avaliação da última quadriênal. Em termos de orientadores, o programa atualmente conta com onze docentes permanentes e dois colaboradores, reconhecidos na comunidade acadêmica pela formação de pesquisadores e por sua produção intelectual qualificada.

O presente livro foi organizado com objetivo de compartilhar produções que vêm sendo realizadas por discentes e docentes do programa. Este é apenas o primeiro volume de uma série que pretendemos organizar anualmente.

O primeiro capítulo *Nem provas, nem descobertas: o que podemos produzir no laboratório didático de Física?* tem como objetivo

fomentar reflexões sobre as potencialidades do laboratório didático de Física a partir de discussões da filosofia da Ciência e de aspectos relacionados a habilidades e construtos psicológicos dos estudantes. Em particular, apresenta tópicos importantes que devem ser considerados por professores e pesquisadores quando delineiam, conduzem e avaliam atividades experimentais no ensino de Física.

Na sequência, o capítulo *A BNCC e os PCN no Ensino Fundamental II em interação dialógica: uma análise bakhtiniana articulada a redes textuais*, busca investigar padrões linguísticos nos documentos oficiais da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) com a construção de redes textuais geradas a partir de relações gramaticais binárias articuladas com a filosofia da linguagem de Bakhtin. Além dos resultados específicos para os documentos em questão, o trabalho apresenta um novo tipo de método quantitativo-interpretativo que vincula a mineração de texto com a construção/análise de redes textuais em uma perspectiva bakhtiniana.

A seguir, o capítulo *Encontro de saberes: novas interfaces de pesquisa em Ensino, Educação e divulgação de Ciências Físicas*, tem como objetivo apresentar reflexões sobre as experiências e ações promovidas no âmbito do PPGEnFis para fomentar o encontro de saberes entre os conhecimentos científicos e as comunidades tradicionais, incluindo comunidades negras, quilombolas, indígenas, ribeirinhas e periféricas. O trabalho pontua a necessidade de estabelecer, em colaboração com os movimentos sociais, um novo programa de educação e divulgação científica que permita a criação de novas formas de subjetividade no âmbito da educação, comunicação e divulgação científica no Brasil.

No capítulo *Avaliação externa: uma prática na educação científica com muitas questões em aberto*, são discutidos o papel e a eficácia das avaliações externas como meio para averiguar e garantir a qualidade dos programas de ensino e o funcionamento das

instituições de ensino, bem como os desafios e oportunidades que elas apresentam para a Educação Básica. Para isso, foram analisadas fontes secundárias e resultados de entrevistas com profissionais do Ensino Público municipal. Em particular, destaca-se o exercício de escuta a coordenadores e professores de Ciências da rede Municipal de Porto Alegre sobre os impactos da avaliação externa no espaço escolar e o alerta sobre a estratégia de realização de provas nacionais de larga escala como ferramenta para potencializar a transformação de avaliações formativas em treinamentos para certificação final.

No quinto capítulo, *Em busca de sentido: interpretando as experiências acadêmicas à luz das subfunções da autorregulação*, é explorado como o conceito de autorregulação proposto por Bandura pode ser usado para investigar os sentidos atribuídos pelos estudantes às suas experiências acadêmicas. A perspectiva da Teoria Social Cognitiva enfatiza o papel do indivíduo na condução da própria vida para alcançar objetivos, destacando que mesmo em ambientes difíceis e hostis, como alguns cursos de Física, o sujeito tem a liberdade parcial de interpretar suas experiências e atribuir significado para sua vida acadêmica. Apresentam-se resultados parciais de um estudo acerca dos significados atribuídos à reprovação, os quais podem orientar medidas de combate à evasão e incentivo à persistência dos estudantes, além de indicar possíveis reformulações curriculares e didáticas em sala de aula.

No capítulo seguinte, *Em direção a uma pedagogia cosmopolítica: História e Filosofia no Ensino de Ciências para reviver no Antropoceno*, é destacado que estamos atualmente em uma nova era geológica, chamada de Antropoceno, na qual as dimensões naturais e sociais estão profundamente entrelaçadas. Além disso, diferentes crises de confiança têm surgido e se expandido nos últimos anos, dando origem a um novo fenômeno epistêmico-político conhecido como pós-verdade. Neste contexto, são trazidas reflexões sobre a importância de uma proposição cosmopolítica que promova uma abertura para a construção de um mundo comum como ponto de

partida para o estabelecimento de diálogo, superação de injustiças e harmonização de convivência de forma coletiva.

No sétimo capítulo, *Campos de identificación y negociabilidad: un marco analítico para el estudio de los procesos de formación de identidad docente del profesor de Ciencias*, é proposto um modelo para a abordagem do conceito de identidade docente e sua investigação empírica. Este modelo poderá auxiliar na identificação de possíveis caminhos para o projeto e implementação de processos formativos, tanto na formação inicial docente quanto na continuada. Sob suas perspectivas de aplicação, destacam-se as possibilidades de que seja usado para abordar questões específicas dos professores em relação ao ensino de Física e ao uso e apropriação das Tecnologias de Informação e Comunicação como ferramentas de mediação no processo de ensino e aprendizagem.

No capítulo final, *Desigualdades estruturais, práticas sociais e epistêmicas: o modus operandi das ciências sociais no estudo de objetos da Educação em Ciências*, é argumentado que tanto o ensino quanto a pesquisa em ensino de ciências devem fortalecer as conexões com outras áreas do conhecimento, especialmente com as ciências humanas e sociais. Ao revisitar brevemente a história da institucionalização do campo do Ensino no Brasil, evidencia-se a necessidade de ampliar horizontes teórico-metodológicos para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo. O trabalho traz reflexões sobre o quanto é essencial considerar elementos como desigualdades estruturais, negacionismo, controvérsias e intersecções políticas e econômicas na educação e na ciência em nossas pesquisas.

Fernanda Ostermann
Ives Solano Araujo
Matheus Monteiro Nascimento

1

*Leonardo Albuquerque Heidemann
Rodrigo Weber Pereira
Eliane Angela Veit*

NEM PROVAS, NEM DESCOBERTAS:

**QUE PODEMOS PRODUZIR NO LABORATÓRIO
DIDÁTICO DE FÍSICA?**

INTRODUÇÃO

A influência da perspectiva empirista-indutivista na concepção de Ciência das pessoas, incluindo na de muitos cientistas, é imensa. Para uma parcela da sociedade, o “cientificamente comprovado” continua fortemente atrelado à noção de algo verdadeiro, inquestionável, infalível; e a comprovação científica é entendida como um produto da experimentação, da atividade neutra, precisa e rigidamente delineada em laboratório. O conhecimento científico, nesse cenário, engloba leis universais definitivas; o trabalho científico é cumulativo, envolvendo avanços regulares decorrentes do acúmulo de descobertas pautadas essencialmente pela generalização da empiria. Como consequência disso, o laboratório didático de Ciências é assumido como um espaço de comprovação ou descoberta de leis científicas, um ambiente devotado à demonstração da verdade incontestável do conhecimento.

A aproximação da área de pesquisa em ensino de Física com a filosofia da Ciência ocorrida na metade final do século XX aconteceu em resposta a esse cenário, alinhado com perspectivas ingênuas que vinculam ciências com verdades absolutas. Talvez essa tenha sido uma das maiores revoluções que a área de pesquisa em ensino passou desde as suas origens. Embebidos especialmente nas ideias de Popper e Kuhn, pesquisadores(as) intensificaram seus questionamentos sobre a natureza da Ciência e suas implicações nos processos educacionais. Contrapontos à noção de método científico passaram a ser frequentes, a demarcação entre Ciência e não-Ciência foi problematizada, a influência de fatores sociais sobre o fazer científico passou a ser melhor admitida e compreendida. Todos esses elementos influenciaram fortemente a forma como a área entende a sala de aula de Física.

O laboratório didático, entendido como uma faceta básica do ensino de Ciências, não passou à margem dessa transformação.

A concepção da experimentação como um momento dedicado à prova ou descoberta das leis científicas passou a ser rejeitada (PEREIRA; MOREIRA, 2017). O método científico, caracterizado como um conjunto rígido de passos marcado pela neutralidade de quem investiga, cedeu espaço para a compreensão do fazer científico como uma atividade essencialmente humana, impregnada de pressupostos metafísicos, localizada contextualmente, e dirigida pela criatividade. As atividades de laboratório tradicionais, desse modo, por serem pautadas em perspectivas empiristas-indutivistas ingênuas, passaram a ser vigorosamente criticadas (MEDEIROS; BEZERRA FILHO, 2000; SILVEIRA; OSTERMANN, 2002), apesar de continuarem presentes em muitas salas de aula. Ao mesmo tempo, o entendimento de que a experimentação é uma dimensão basilar da Física e do seu ensino continuou permeando a área. Os objetivos dessa experimentação, no entanto, ficaram nebulosos. Se a experimentação não proporciona a prova e/ou descoberta das leis científicas, por que devemos explorar o laboratório didático de Física? Quais objetivos podem ser estabelecidos em uma atividade experimental? Frente a tais objetivos, quais as alternativas estruturais para essas atividades?

As respostas a essas questões passam por reflexões sobre as diversas potencialidades e limitações da experimentação. Artigos com esse objetivo existem em abundância (e.g., ARRUDA; LABURÚ, 1998; BORGES, 2002; ARAÚJO; ABIB, 2003; SARAIVA-NEVES; CABALLERO; MOREIRA, 2006, PENA; RIBEIRO FILHO, 2009). De modo geral, esses artigos costumam ter foco nas críticas ao enfoque empirista-indutivista ingênuo, sugerindo reflexões sobre o grau de abertura das atividades experimentais, defendendo enfoques investigativos, aproximando os(as) estudantes de um fazer científico autêntico (SASSERON, 2015; BORGES, 2002). Essa é uma perspectiva importante e também temos estudos com essa ênfase (HEIDEMANN, 2015; WEBER, 2021). Neste capítulo, no entanto, fundamentados na literatura da área, nosso objetivo é distinto.

Pretendemos ampliar as reflexões sobre o tema, expondo uma análise das possibilidades de exploração do laboratório didático de Física focada também em elementos vinculados com a filosofia da Ciência, mas abordando, além disso, aspectos relacionados com habilidades e construtos psicológicos dos(as) estudantes. Apresentamos ainda tópicos que precisam ser especialmente pensados por professores e pesquisadores quando delineiam, conduzem e avaliam atividades experimentais no ensino de Física. Especificamente, ressaltamos, na próxima seção, como atividades experimentais podem: (i) evidenciar o caráter representacional do conhecimento, favorecendo a aprendizagem de elementos da natureza da Ciência; (ii) favorecer o desenvolvimento de habilidades para a investigação científica, em particular para a realização de medições científicas; (iii) proporcionar situações de trabalho colaborativo, favorecendo o desenvolvimento de habilidades argumentativas e a negociação de ações e significados; (iv) fomentar a aprendizagem de conhecimento metacognitivo, assim como de atitudes mais positivas em relação à Ciência e crenças de autoeficácia mais positivas em relação a tarefas do campo da Física. Em seguida, destacamos três elementos (Introdução ao problema; Estrutura das ações; Acompanhamento e avaliação) que podem dirigir docentes e pesquisadores que pretendem explorar recursos experimentais em suas aulas. Por fim, tecemos considerações finais.

POTENCIALIDADES DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA

Não é difícil entender o porquê de a experimentação ter sido entendida como uma faceta basilar do ensino de Física desde quando a Física passou a ser ensinada como uma disciplina. A contrastação empírica faz parte do trabalho científico, e não seria diferente para o ensino das ciências. A potencialidade da experimentação no ensino é notoriamente vinculada com a aprendizagem sobre a natureza da Ciência. É indiscutível também que o laboratório didático pode ser útil para a aprendizagem de habilidades de investigação científica.

Menos exploradas são as potencialidades das atividades experimentais para a aprendizagem de habilidades fundamentais para a interação social, como habilidades para o trabalho colaborativo e para a argumentação, e de conhecimentos do aprendiz sobre si próprio.

TEORIZAÇÃO E EXPERIMENTAÇÃO: O CARÁTER REPRESENTACIONAL DO CONHECIMENTO

O caráter representacional do conhecimento científico é um dos seus traços mais notórios. Os livros didáticos, desde a educação básica, são repletos de conceitos cujo significado envolve objetos ou eventos idealizados, como os de gás ideal, pêndulo simples e meio isotrópico. Por outro lado, a literatura revela que não é raro que estudantes concluam o Ensino Médio (OLIVEIRA; VEIT; ARAUJO, 2017) ou Superior (HEIDEMANN; ARAUJO; VEIT, 2016) com dificuldades de compreensão sobre o processo de modelagem científica, ou seja, sobre o processo de construção, uso e validação de modelos científicos. Um dos aspectos ressaltados nesses estudos é que existem estudantes que compreendem os modelos científicos, que são representações simplificadas da realidade (BUNGE, 1974), como uma cópia fiel dos objetos ou eventos aos quais se referem.

O laboratório didático oferece um contexto naturalmente profícuo para debates sobre o caráter representacional dos modelos científicos, propiciando oportunidades para reflexões sobre as diferenças entre modelos e realidade (OH; OH, 2011). A importância desses modelos começa já no delineamento das investigações, quando o estabelecimento de procedimentos de controle de variáveis, pautados pelas idealizações consideradas no modelo teórico de referência do experimento, é fundamental. Por exemplo, já que a lei de resfriamento de Newton é deduzida com base na hipótese de que as trocas de energia na forma de calor são proporcionais à diferença entre a temperatura do corpo e a do meio no qual está imerso,

é preciso estabelecer procedimentos para controlar as trocas de energia por irradiação em um experimento didático em que se busca contrastar empiricamente essa lei. Tal procedimento, que pode envolver o uso de recipientes refletores, por exemplo, é importante porque as trocas de energia por irradiação são melhor representadas como proporcionais à temperatura na quarta potência (lei de Stefan-Boltzmann). Uma alternativa é limitar as diferenças de temperaturas no experimento a valores pequenos, de tal modo que as trocas de energia por irradiação possam ser aproximadas como proporcionais à diferença de temperatura entre o corpo e o ambiente. Os experimentos, portanto, envolvem aparatos artificiais criados a partir de modelos científicos.

O papel dos modelos científicos continua fundamental na execução dos experimentos na medida em que dirige as decisões sobre as grandezas mensuradas nas investigações. A possível decisão de medir a área do objeto investigado em um experimento para contrastar a lei de resfriamento de Newton, por exemplo, é dirigida pelo modelo de troca de energia que fundamenta essa lei, que considera tal troca como proporcional à área do corpo. Além disso, as decisões sobre como analisar os dados coletados também são guiadas pelo modelo teórico de referência da experimentação. Nesse mesmo experimento didático exemplificado, a decisão de ajustar uma curva exponencial aos dados de temperatura em função do tempo é produto das previsões da lei de resfriamento de Newton. Como debatido em Silveira e Ostermann (2002), inúmeras outras funções se ajustariam melhor aos dados do que a exponencial. No entanto, os parâmetros dessas funções podem não ter significado físico para quem investiga, sendo inadequadas para representar o evento estudado. É o modelo teórico de referência da investigação, portanto, que dá significado para a função matemática ajustada aos dados, evidenciando que, como argumenta Popper (2008), a teorização precede a experimentação.

As conclusões possíveis em uma atividade experimental mudam significativamente a partir da consciência do papel dos modelos científicos no delineamento e na condução dos experimentos. Já que os modelos científicos não descrevem a realidade de forma completa, pois são representações simplificadas, diferenças entre predições e evidências experimentais são inerentes à experimentação. Como investigadores(as), determinamos um limite admissível para essas diferenças, indicando o que, para nós, é um indício de validação do modelo científico de referência. A prova dos modelos, entendida como a confirmação definitiva deles, não faz mais sentido nessa perspectiva, já que sabemos de antemão que tais modelos não são idênticos à realidade. O trabalho de quem investiga, como defende Giere (1983), não é, portanto, avaliar se os modelos científicos são verdadeiros, e sim avaliar se é verdadeira a proposição de que os modelos representam os objetos e eventos com suficiente precisão, que é arbitrariamente definida.

O enfoque na modelagem científica no ensino de Física, particularmente em atividades experimentais, pode proporcionar aos estudantes situações que evidenciam o caráter representacional do conhecimento científico (WEBER; HEIDEMANN; VEIT, 2022), possibilitando a compreensão de que a ciência é uma atividade essencialmente humana. Desse modo, os(as) estudantes podem também ampliar suas compreensões sobre as incertezas experimentais, entendendo que a dispersão dos dados não decorre apenas da imprecisão dos instrumentos, como será aprofundado na próxima seção. Todavia, como recomendado por Heidemann, Araujo e Veit (2018), atividades com enfoque na modelagem científica devem permear diversas disciplinas ao longo de um curso, pois é necessário que os(a) estudantes se defrontem com diversas situações-problemas, em diferentes áreas da física, para evoluírem em sua capacidade de construção, uso e validação de modelos científicos.

INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA: DELINEAMENTO, CONDUÇÃO E CONCLUSÕES DE UMA PESQUISA EMPÍRICA

Hodson (2014) argumenta que um dos objetivos do ensino de Ciências é promover a aprendizagem do fazer científico. O autor destaca que, com esse objetivo, não está se referindo à aprendizagem de procedimentos isolados ou da natureza do trabalho científico, ou seja, não está se referindo à aprendizagem da Ciência ou sobre Ciência; Hodson sugere que nos debruçemos sobre a aprendizagem da própria investigação, da construção da autonomia para fazer perguntas, delinear investigações, construir conclusões. Desse modo, apenas aquelas atividades em que os próprios estudantes propõem suas questões de pesquisa, planejam e conduzem procedimentos, coletam dados e comunicam os seus resultados, demandando a tomada de decisão em todos os processos, os envolvem de fato com o processo de investigação como um todo. Naturalmente, não é razoável propor atividades como essas em qualquer nível de ensino, como voltaremos a discutir neste capítulo. No entanto, a experimentação possibilita, em algum nível, que os(as) estudantes possam se debruçar sobre elementos do processo investigativo, avançando em direção ao objetivo proposto por Hodson.

Os processos envolvidos na investigação científica estão, explícita ou implicitamente, no âmago da experimentação. Não se faz experimentação sem, entre outras coisas, definir um problema, teorizar sobre os objetos e/ou eventos envolvidos no problema, testar hipóteses, planejar aparatos experimentais, instrumentos de medição e procedimentos de análise de dados, coletar dados, analisar dados e elaborar conclusões. O laboratório didático, portanto, é um local naturalmente propício para a aprendizagem do fazer científico, porém isso não ocorre sem um planejamento adequado. Por exemplo, o nível de envolvimento dos(as) estudantes nesses processos pode variar sensivelmente, e é o(a) professor(a) que, ciente dos objetivos pretendidos com a atividade investigativa e do contexto dos(as)

estudantes, pode estruturá-la demandando dos(as) estudantes a coleta e análise de dados a partir de procedimentos e questões (mais ou menos abertas) propostas por ele(a) (BANCHI; BELL, 2008). A potencialidade da experimentação para o ensino de Física nasce desse aspecto: podemos planejar as atividades com foco em procedimentos específicos, estruturando-a de modo alinhado com os objetivos estabelecidos, e adequado ao contexto dos(as) estudantes.

Atividades investigativas, segundo Duschl e Grandy (2008), podem ser focadas em três domínios. O primeiro deles engloba as estruturas conceituais e processos cognitivos usados quando se raciocina cientificamente. O segundo, as atividades epistêmicas usadas quando o conhecimento científico é desenvolvido e avaliado. Por fim, os processos sociais e contextos que determinam como o conhecimento é comunicado, representado, questionado e debatido constituem o terceiro domínio. A medição científica pode envolver os estudantes, em algum nível, com esses três domínios, como será exposto em seguida.

Todos os processos demandados na experimentação requerem uma série de habilidades (uma discussão sobre processos e habilidades no ensino de Ciências pode ser consultada em Maia, 2009). O envolvimento com esses processos proporciona aos(as) estudantes situações para que eles(as) desenvolvam competências investigativas fundamentais para a formação cidadã. Sem esgotar o tema, exemplificaremos aqui especificamente um desses processos: a medição científica. Debateremos como esse processo está vinculado com os outros processos da investigação científica, como pode ser relacionado com diferentes objetivos do ensino de Ciências, e como possibilita o desenvolvimento de habilidades experimentais e computacionais. Todos esses aspectos são primordiais para a alfabetização científica (sobre as relações entre o ensino por investigação e a alfabetização científica, consulte Sasseron, 2015).

A medição científica é uma operação empírica intencionada e ilustrada, ou seja, feita com um objetivo e guiada por um corpo de conhecimento (HEIDEMANN, 2015). Como debatido na seção anterior, a decisão sobre o que medir e controlar em um experimento científico é guiada pela questão de pesquisa da investigação e por um modelo teórico de referência (PIGOSSO, 2022). Medir, portanto, demanda a mobilização de estruturas conceituais que dirigem o planejamento e a análise da coleta de dados. Além disso, o ato de medir vai muito além da leitura de um valor em um instrumento. Medições indiretas demandam o conhecimento dos modelos teóricos auxiliares que sustentam o processo (HEIDEMANN; ARAUJO; VEIT, 2016). Por exemplo, o movimento da agulha de um amperímetro analógico (um galvanômetro D'Arsonval) é definido pelo torque gerado por um ímã permanente sobre uma bobina, que é proporcional à corrente elétrica que passa por ela. Desse modo, o que é medido é o deslocamento de uma agulha, mas a compreensão da relação desse deslocamento com a corrente elétrica só é possível a partir do entendimento de um modelo científico que vincula efeitos elétricos e magnéticos. Em suma, a medição demanda raciocínios científicos pautados em conceitos e teorias da Ciência, proporcionando o enfoque no primeiro domínio proposto por Duschl e Grandy (2008).

O enfoque em aspectos epistêmicos pode ser conduzido a partir de discussões sobre as relações entre a medição científica e o caráter representacional do conhecimento. A medição da velocidade da correnteza de um rio é utilizada por Pigozzo (2022) para exemplificar essa relação. Assim como Heráclito dizia que ninguém pode entrar duas vezes em um mesmo rio, pois quando nele se entra novamente não se encontram as mesmas águas, se medirmos a velocidade de um rio diversas vezes, nunca estaremos medindo a mesma coisa; sempre ocorrerão mudanças no rio no intervalo de tempo transcorrido entre cada medida. No entanto, atribuímos uma velocidade de correnteza para o rio assumindo um valor médio para as medições de tal modo que tal grandeza só faz sentido em uma

representação simplificada do evento investigado, ou seja, em um modelo científico. Quando medimos a corrente elétrica que passa por um circuito elétrico submetido a diferentes diferenças de potencial, por exemplo, atribuindo a ele uma resistência elétrica, supomos que a única mudança realizada no circuito foi a diferença de potencial, quando, de fato, ocorreram, entre cada uma das medições realizadas, variações, mesmo que muito pequenas, na temperatura dos diversos componentes do circuito, modificando a grandeza mensurada. Detalhes sobre esses aspectos assim como suas implicações para a análise estatística de dados experimentais podem ser consultados em Pigozzo (2022).

Desse modo, se por um lado privilegiamos, quando possível, a coleta de um conjunto de dados para realizar uma medição, diluindo erros aleatórios, por outro, a análise desse conjunto de dados demanda um corpo teórico relacionado com um modelo científico para fazer sentido. A consciência disso possibilita que os(as) estudantes avancem no que Buffler, Lubben e Ibrahim (2009) denominam de paradigma pontual da medição científica para o paradigma de conjunto, ou seja, avancem de uma crença ingênua de que existe um valor verdadeiro para qualquer tipo de medição, sendo tal valor alcançado em uma medição, para uma visão mais sofisticada, assumindo que medidas costumam envolver dispersões estatísticas, demandando análises em termos de conjuntos de dados. Além disso, nos possibilita adentrar no terceiro domínio proposto por Duschl e Grandy (2008), relacionado aos processos sociais e contextuais do conhecimento. A partir do entendimento de que a medição científica é feita com base em conhecimentos teóricos, e de que esses conhecimentos são representacionais, ou seja, idealizados e aproximados, é possível se compreender que toda a medição científica envolve uma incerteza. Experimentos científicos nunca são plenamente controlados. Por isso, a comunicação científica demanda que os resultados de medições sejam sempre interpretados como intervalos, e não como dados exatos. Sempre que possível, não analisamos

dados individualmente; a partir da análise de um conjunto de dados, concluímos que a grandeza de interesse está dentro de um intervalo. Ainda, mesmo quando uma única medição é feita, seu resultado deve ser informado com a respectiva incerteza, associada à imprecisão do(s) instrumento(s) de medida e da montagem experimental. A compreensão disso é fundamental para a formação cidadã. Tomemos, como exemplo, as polêmicas envolvidas na eficácia das vacinas na pandemia de covid-19. Não foram raros os contextos em que indivíduos, a partir de casos de pessoas que foram vacinadas e se contaminaram, concluíram que a vacina não funcionava. Para essas pessoas, dados individuais (pessoas contaminadas) determinavam a eficácia da vacina. O entendimento de que a eficácia da vacina decorre da análise de conjuntos de dados e que essa análise sempre levará a previsões com certa margem de incerteza, como em qualquer medição científica, poderia contribuir para que tais pessoas compreendessem que as vacinas tinham eficácia mesmo quando pessoas vacinadas foram contaminadas.

Por fim, um elemento central da medição científica que pode estar relacionado com os objetivos do laboratório didático está associado com habilidades para o uso de recursos tecnológicos e para a análise de dados, cada vez mais necessárias na sociedade. No laboratório didático, essas habilidades podem ser tanto desenvolvidas nos procedimentos de coleta de dados como nos relacionados ao tratamento deles. *Softwares* de videoanálise, como o *Tracker*, por exemplo, possibilitam a coleta rápida de dados, além de facilitar visualmente a vinculação dos dados coletados com o evento investigado (veja exemplos em Heidemann, Araujo e Veit, 2012). Aplicativos de celular, como o *Phyphox*, proporcionam a coleta de dados de forma rápida e segura (exemplos são disponibilizados em Pedroso *et al.*, 2020 e Caroll e Lincoln, 2020). Por fim, o tratamento de dados com *softwares* de planilhas eletrônicas ou especialmente desenvolvidos para essas análises, como o *SciDavis* (veja em Lucchese, Santos e Irala, 2015 e Franco, Marranghello e Rocha, 2016), proporciona

agilidade no tratamento de dados, assim como atenua as chances de erros nos cálculos necessários nas medições. A exploração integrada de experimentações concretas e simulações computacionais pode ainda favorecer a aprendizagem, assim como contribuir para a compreensão das diferenças entre teorias e realidade (JONG; LINN; ZACHARIA, 2013; DORNELES; ARAUJO; VEIT, 2012; HEIDEMANN; ARAUJO; VEIT, 2012).

Em suma, a experimentação possibilita que os(as) estudantes possam vivenciar experiências típicas das investigações científicas, demandando o delineamento e execução de ações com base em modelos científicos, a análise de dados a partir de teorizações da Física, e a construção de conclusões baseadas em evidências. A participação ativa em grupos para a realização desses procedimentos pode favorecer o desenvolvimento de habilidades para o trabalho colaborativo, como será debatido na próxima seção.

COLABORAÇÃO, COOPERAÇÃO E ARGUMENTAÇÃO

Watson, Michaelsen e Sharp (1991) apud Espinosa, Araujo e Veit (2016) mostram que, em 98% dos casos, o desempenho de uma equipe, mensurado em testes padronizados, é melhor do que o do melhor membro dessa equipe. Resultados como esse favorecem a difusão na sociedade de que uma importante habilidade desejada nas pessoas é a de trabalhar colaborativamente. Não tão difundido, no entanto, é o significado dessa expressão. Pode, em algum contexto, ser assumido que alguém que contribui exemplarmente com uma equipe, seguindo as ordens de seus superiores com afinco, sem questionamentos, está trabalhando colaborativamente. Contribuir e cooperar são tidos, nesse contexto, como sinônimos de colaborar. Tal imprecisão no termo pode levar pessoas no contexto educacional a tomar o trabalho em grupo como equivalente ao colaborativo quando, de fato, não o são.

Costa (2005) apud Damiani (2008) destaca que o verbo colaborar é derivado da palavra em latim *laborare*, relacionando-se com o trabalho, produção com um determinado fim. Já o verbo cooperar vem de *operare*, vinculando-se com a operação, execução voltada ao funcionamento do sistema. Desse modo, ainda que compartilhe do prefixo *co*, que designa ação conjunta, a cooperação implica a execução de tarefas, o que não necessariamente decorre da negociação conjunta. A colaboração, por outro lado, designa a ação coletiva, com objetivos comuns, negociada pelo grupo. Nesse sentido, o trabalho colaborativo pressupõe confiança mútua, pouca ou nenhuma hierarquização, e responsabilidade coletiva. Não se trata meramente de uma estratégia para se alcançar um objetivo, e sim de uma filosofia de trabalho.

Grupos colaborativos, portanto, pressupõem que todos têm responsabilidade sobre as decisões tomadas, assim como pela qualidade do que é produzido em conjunto. Por isso, nem todo trabalho em grupo é colaborativo. No contexto educacional, a colaboração tem promovido importantes resultados, como a promoção da socialização, a adaptação às normas estabelecidas e a superação do egocentrismo (DAMIANI, 2008). O trabalho colaborativo favorece também a aprendizagem de conceitos, tanto por proporcionar o compartilhamento de significados, aos moldes das ideias de Gowin, como por oferecer situações de interação social, como sugerido por Vygotsky. No entanto, assim como atividades em grupo não necessariamente promovem a interação social ou o compartilhamento de significados, elas também não necessariamente se tornam atividades colaborativas.

Em atividades experimentais, promover a colaboração significa promover diálogo entre os(as) estudantes na tomada de decisões nas investigações. A simples realização de experimentos não garante o diálogo; é fundamental se proporcionar situações em que os(as) estudantes precisem se posicionar frente a alternativas investigativas. Por isso, atividades desenvolvidas por meio de passos

rigidamente estabelecidos em roteiros não favorecem a colaboração, fomentando, no máximo, situações de cooperação. Além disso, ainda que estratégias para se construir grupos possam promover melhores resultados para o fomento de colaborações entre os(as) estudantes, a postura do(a) professor(a) é primordial para promover o amplo debate, sendo esse elemento até mesmo mais importante do que a forma como os grupos são distribuídos (HUEY; NORMAN, 1994). Uma postura docente de respeito, privilegiando o debate e sendo receptivo às falas dos(as) estudantes, valorizando suas ações, é fundamental para a promoção do trabalho colaborativo.

Um dos elementos centrais da colaboração é a argumentação (OSBORNE, 2010), vital também para a alfabetização científica (SASSERON, 2015; LIRA, 2009). Quando alguém argumenta, expõe ideias, apresenta suas premissas, justificando suas ações e conclusões. Para Toulmin (*apud* SÁ; KASSEBOEHMER; QUEIROZ, 2014), autor de um dos modelos de argumentação mais utilizados na área de ensino de Ciências, os argumentos podem ser estruturados na forma de um caminho das premissas às conclusões. Segundo esse autor, a estrutura de um argumento pode ser modelada em seis elementos: dados, conhecimentos básicos, justificações, qualificadores modais, condições de refutação, e conclusões. Não está no escopo deste capítulo expor detalhes desses elementos, que podem ser consultados em Sasseron e Carvalho (2011). O que vamos explorar aqui é a forma como o enfoque na argumentação e a colaboração pode ser favorecido em atividades experimentais a partir de alguns desses elementos.

Um argumento, segundo Toulmin (2001), envolve o apoio em dados, ou seja, em proposições que compõem as premissas. O laboratório didático é um ambiente especialmente frutífero para proporcionar dados a quem argumenta, já que eles podem envolver medições, elementos do aparato experimental, e condições ambientais. Esses dados são analisados a partir de modelos científicos,

que formam o conhecimento básico e originam a justificação dos argumentos. De posse do comprimento de um pêndulo de laboratório (dado), por exemplo, um(a) estudante, com base no modelo de pêndulo simples (conhecimento básico), e considerando que o aparato experimental utilizado é compatível com as idealizações consideradas nesse modelo (justificação), pode concluir que o período desse pêndulo tem um determinado valor (conclusão). As atividades experimentais são também frutíferas para promoverem discussões sobre condições de refutação e qualificadores modais. Por exemplo, no caso do pêndulo, o(a) estudante poderia argumentar que o período do pêndulo terá aproximadamente (qualificador modal) o valor previsto, a menos que a sua hipótese de que a massa do fio é desprezível frente à massa do corpo suspenso no pêndulo não for adequada (condição de refutação).

A argumentação no laboratório didático, portanto, é vinculada com os limites dos modelos científicos explorados. Os argumentos construídos nas decisões sobre a construção dos aparatos experimentais também o serão, já que essas decisões precisarão ser baseadas nas idealizações dos modelos de referência das investigações. Desse modo, ao se focar na argumentação, promovemos também situações que enfatizam o caráter representacional do conhecimento. Além disso, visto que diferentes decisões podem ser tomadas frente aos mesmos objetivos experimentais, atividades experimentais podem favorecer a negociação de conhecimentos, promovendo a colaboração entre os(as) estudantes, a partir da contraposição de argumentos construídos por eles(as).

As habilidades para o trabalho colaborativo e de argumentação são muito importantes para a interação social e, portanto, primordiais para a formação cidadã. Na próxima seção, será debatido sobre as potencialidades das atividades experimentais para proporcionar aos(às) estudantes a aprendizagem de conhecimentos sobre si próprios.

METACOGNIÇÃO, ATITUDES E CRENÇAS DE AUTOEFICÁCIA

Conhecer a nós mesmos é um elemento central para que possamos planejar nossas ações de forma coerente com as nossas virtudes e dificuldades. Quando estudamos para um exame avaliativo, por exemplo, podemos organizar uma estratégia que privilegie métodos de estudo (construir resumos, resolver exercícios, assistir a vídeos) com os quais sabemos que temos mais facilidade. A falta de conhecimento sobre nós mesmos, nesse caso, é a origem de uma costumeira frase: “Eu não sei estudar”.

É em função da importância de conhecermos nosso modo de pensar que o conceito de metacognição tem alcançado cada vez mais importância na literatura da área de ensino de Ciências. Flavell, um dos pioneiros no uso do termo, usava “metacognição” para designar o conhecimento das pessoas sobre a sua cognição (*apud* ROSA; ALVES FILHO, 2013). Trata-se da tomada de consciência dos(as) estudantes sobre seus conhecimentos, influenciada por aspectos afetivos e por suas experiências. Rosa e Alves Filho (2013) destacam que o sentimento vinculado a experiências anteriores é fundamental para que os(as) estudantes mobilizem os conhecimentos necessários para alcançarem êxito na sua execução. Conhecimentos metacognitivos do tipo “não sou bom em Física” ou “gosto de resolver exercícios de Física” são determinantes das estratégias que os(as) estudantes empregarão para enfrentarem (ou para decidirem não enfrentar) situações do campo da Física. A forma como reagem (autorreação) e se regulam (autorregulação) é um elemento nevrálgico no sucesso acadêmico que depende do conhecimento sobre eles mesmos. Cientes disso, Rosa e Alves Filho (2013) propõem que um aspecto a ser considerado em uma atividade experimental é o sentimento gerado por ela. Segundo eles, esse sentimento, que depende, entre outras coisas, do perfil dos(as) estudantes, do tipo de problema proposto na atividade e da estrutura da atividade, vai definir os comportamentos dos(as) discentes diante da atividade experimental antes mesmo de ela ser iniciada.

Dois dos psicólogos sociais mais citados do mundo, Ajzen (1991) e Bandura (1993), a partir de perspectivas distintas, também se preocuparam em entender a influência do conhecimento das pessoas sobre elas mesmas nos seus comportamentos. Ajzen, com a Teoria do Comportamento Planejado, estabelece relações entre as intenções comportamentais das pessoas com os sentimentos delas frente a esses comportamentos, ou seja, com as suas “atitudes” (HEIDEMANN; ARAUJO; VEIT, 2011). A intenção de “estudar Física”, portanto, é influenciada pelo sentimento das pessoas sobre esse tipo de comportamento. Podemos entender então que as atitudes em relação à Física influenciam um conjunto de comportamentos relacionados com essa disciplina, envolvendo tanto classes de comportamentos relacionados com questões sócio-científicas (por exemplo, defender o investimento público em uma determinada instituição científica) como vinculados com decisões de vida (por exemplo, seguir uma carreira científica). Essa atitude é produto das experiências das pessoas com a Física, englobando tanto as experiências escolares como as vivenciadas fora do contexto formal de educação.

Atividades experimentais podem ser um ambiente frutífero para a promoção de atitudes positivas em relação à Física (HEIDEMANN, 2015). A literatura, no entanto, mostra que as atitudes em relação à experimentação dependem da estrutura das tarefas propostas. Atividades excessivamente fechadas, que dão pouco espaço para a tomada de decisão por parte dos(as) estudantes, costumam resultar em sentimentos negativos dos estudantes em relação à experimentação (HOFSTEIN; LUNETTA, 2004). Por outro lado, a abertura excessiva, quando os(as) estudantes não possuem direcionamentos suficientes para poderem seguir na atividade, promove uma relutância dos(as) estudantes em assumir responsabilidades (DEACON; HAJEK, 2011), favorecendo atitudes negativas em relação à experimentação. Além disso, o tipo de problema e o *feedback* docente são essenciais para promoverem atitudes positivas dos estudantes em relação às atividades experimentais (HEIDEMANN, 2015; SELAU *et al.*, 2019).

As crenças de autoeficácia constituem outro elemento central para o sucesso acadêmico relacionado com a forma como as pessoas se avaliam. Trata-se de um construto proposto por Bandura (*apud* ESPINOSA; ARAUJO; VEIT, 2019), em sua Teoria Social Cognitiva, que reflete o julgamento das pessoas sobre as suas capacidades de organizar ou realizar uma ação específica. Sua influência no desempenho acadêmico é alvo de amplos estudos na área de educação. Vuong, Brown-Welty e Tracz (2010), por exemplo, mostram que as crenças de autoeficácia são importantes preditoras do resultado dos estudantes universitários, assim como da persistência estudantil. No ensino de Física, artigos mostram que as crenças de autoeficácia são influenciadas pelos métodos de ensino empregados (ESPINOSA; ARAUJO; VEIT, 2019). Em particular, atividades experimentais desenvolvidas com o método Episódios de Modelagem (HEIDEMANN; ARAUJO; VEIT, 2016) se mostraram proveitosas para promoverem crenças de autoeficácia positivas tanto para aprender física e realizar atividades experimentais, como para trabalhar colaborativamente (SELAU *et al.*, 2019). Nesse método, as experiências positivas dos(as) estudantes no enfrentamento dos problemas propostos, o *feedback* do(a) professor(a) e a observação dos colegas foram os elementos mais importantes para promoverem um julgamento mais positivo por parte dos(as) estudantes sobre suas competências.

A potencialidade das atividades experimentais para promoverem crenças de autoeficácia mais positivas não é surpreendente. Bandura (1997) cita fontes para a construção de autoeficácia, e diversas delas podem ser proporcionadas aos(às) estudantes no laboratório didático. Experiências positivas, por exemplo, são experiências pessoais de sucesso vivenciadas pelos estudantes por meio de participação ativa, e podem ser originadas nas atividades experimentais na medida em que é evidenciado aos(às) participantes os sucessos alcançados em pequenas tarefas da investigação, dividindo a investigação em etapas curtas gradativamente superadas. Experiências vicárias, outra fonte de autoeficácia, podem ser vivenciadas a

partir de trabalhos colaborativos no laboratório didático, quando as pessoas se inspiram pelo sucesso dos(as) colegas identificados(as) como semelhantes. Uma terceira fonte de autoeficácia é a persuasão social, possivelmente proporcionada em atividades experimentais pelas expressões verbais e não verbais, de professores e colegas, de apoio, assim como pelo estabelecimento de um ambiente convidativo, estabelecido por meio do emprego de métodos de ensino que incentivam os(as) estudantes a alcançar seus objetivos. Por fim, um ambiente acolhedor, pautado pelo respeito e pelo diálogo, favorecem a redução de estresse, a quarta fonte de autoeficácia sugerida por Bandura.

Em suma, atividades experimentais podem contribuir para que os(as) estudantes construam conhecimentos sobre si próprios(as) coerentes com suas reais virtudes e dificuldades. Esses conhecimentos podem tanto fundamentar processos de autorregulação que contribuem para o sucesso acadêmico, assim como podem sustentar a construção de atitudes e crenças de autoeficácia positivas. No que segue, passamos a debater como os resultados da literatura apontados nesta seção podem dirigir o delineamento e a condução de atividades experimentais no ensino de Física.

DELINEANDO E IMPLEMENTANDO ATIVIDADES EXPERIMENTAIS: ASPECTOS A SEREM CONSIDERADOS

Apesar da imensa quantidade de potencialidades do laboratório didático apontadas pela literatura, é comum que professores(as) enfrentem significativas dificuldades para superarem o paradigma focado na prova e/ou descoberta de leis na exploração de experimentos no ensino de Física. Procurando contribuir com uma estrutura

para a exploração do laboratório didático no ensino de Física pautada pela literatura da área de pesquisa em ensino de Ciências, apresentaremos aqui, em três tópicos, elementos a serem considerados para o delineamento de atividades experimentais, quais sejam: (i) Introdução ao problema; (ii) Estruturação das ações; e (iii) Acompanhamento e avaliação.

INTRODUÇÃO AO PROBLEMA

A construção do sentimento dos(as) estudantes em relação a uma atividade experimental é determinante das suas ações, sendo primordial para que alcancem seus objetivos, e começa antes mesmo do contato com os aparatos e instrumentos experimentais. Em função disso, a qualidade e a forma dos problemas explorados nas atividades são de grande importância. Dois elementos ganham destaque nesse processo: a contextualização e a problematização.

Ricardo (2010), embasado nas ideias de Chevallard (2019), destaca que o saber científico passa por um processo de transposição didática para chegar nas salas de aula. Nesse processo, ele é, entre outras coisas, descontextualizado, ou seja, ele é desconectado dos problemas que lhe deram sentido. O afastamento resultante da descontextualização implica a necessidade de uma recontextualização nos processos de ensino, realizado com um discurso diferente do que deu origem ao conhecimento em questão. Para entendermos esse processo, podemos refletir sobre a metáfora do tecido proposta por Pinheiro (2016), adaptando as ideias de Cole. Nessa metáfora, destaca-se a etimologia da palavra *contexto*, relacionada com o termo entrelaçar. Desse modo, a relação entre um elemento de conhecimento e o seu contexto é análoga à relação entre um fio e o tecido ao qual ele pertence. O tecido não é apenas um conjunto de fios; ele é um todo organizado de tal modo que os fios são entrelaçados conforme o objetivo do tecido. O sentido do fio, portanto, está

na forma como ele se relaciona com o tecido. Por isso, a contextualização é um processo de construção de sentido para um elemento de conhecimento, é uma ação para estabelecer vínculos entre uma parcela e um todo mais geral (PINHEIRO, 2016).

Embora a contextualização e a problematização sejam aspectos relacionados no ensino de Física, não são sinônimos. A problematização estrutura as situações-problema que serão enfrentadas. Elas não se definem apenas pelas situações em si, mas também pela forma como elas são contextualizadas, ou seja, a legitimidade dessas situações como verdadeiros problemas para os(as) estudantes depende da forma como elas são entrelaçadas a elementos mais amplos que dão sentido para os conceitos que precisarão ser mobilizados. É claro que esse sentido é fundamental para que sentimentos positivos sejam construídos pelos(as) estudantes. A contextualização e a problematização são, portanto, elementos determinantes dos sentimentos construídos pelos(as) estudantes em atividades experimentais.

O primeiro passo, portanto, para o delineamento de uma boa atividade experimental é o delineamento da contextualização e da problematização da atividade. Como exemplo, citamos a atividade relatada em Weber, Heidemann e Veit (2020; 2021). Em essência, a atividade envolve a investigação da atenuação da luz, em laboratório, quando ela atravessa diferentes meios. Em uma abordagem descontextualizada, os(as) estudantes poderiam, nessa atividade, ser questionados diretamente sobre como ocorre a atenuação da luz em uma série de aparatos pré-definidos. Na alternativa proposta no artigo, parte-se de elementos sobre o impacto da poluição dos oceanos, notabilizando uma série de questões ambientais, o que culmina na exposição do seguinte problema: *Como a poluição pode influenciar a fotossíntese das algas por meio de alterações na atenuação da luz solar?* Fica claro, portanto, que o problema de laboratório, focado em experimentos para se medir a atenuação da luz em diversos meios,

está entrelaçado com um todo maior, ou seja, é contextualizado a partir de elementos que vão além da situação experimental.

Para resolver o problema relacionado com a poluição dos oceanos, os estudantes precisam mobilizar conhecimentos sobre ótica e teoria eletromagnética, bem como conceber procedimentos de montagem e de coleta de dados que auxiliem a responder à questão originalmente formulada. É importante que esses conhecimentos previstos para se enfrentar o problema apresentado estejam alinhados com os objetivos da atividade. Veja que, nessa atividade, tem-se o objetivo de promover a aprendizagem de habilidades investigativas relacionadas com o processo de modelagem científica. Por exemplo, deseja-se que os(as) estudantes expandam o modelo de propagação da luz no vácuo incorporando novos referentes ao sistema, aumentando assim seu domínio de validade e grau de precisão. Nesse processo de alinhamento do problema com os objetivos traçados é necessário se antecipar, em um processo de reflexão, as ações que os estudantes vão precisar realizar para enfrentar a situação-problema proposta de tal modo que tais ações promovam a aprendizagem desejada. Nesse sentido, não se tem a pretensão de que os estudantes construam experimentos ou concebam modelos por conta própria. O(a) professor(a) deve ter em mente alternativas teóricas e experimentais viáveis para a solução do problema e apresentá-las aos estudantes a título de sugestão.

Delinear um bom problema pode ser uma tarefa desafiadora para professores(as). Acostumados(as) a proporem problemas fechados e descontextualizados, a perspectiva de ter de criar problemas contextualizados pode causar grande desconforto. Um caminho menos desafiador e confortável nesses casos é transformar as atividades experimentais que o(a) professor(a) já vinha desenvolvendo com seus estudantes, contextualizando-os e problematizando-os. Existem muitas alternativas de contextualização. Kato e Kawasaki (2011), analisando a literatura, identificam cinco categorias gerais: (i) contextualização pelo estabelecimento de vínculos com o cotidiano

dos alunos; (ii) contextualização relacionando com outras disciplinas escolares, aproximando da ideia de interdisciplinaridade; (iii) contextualização em discussões relativas ao processo de produção da Ciência; (iv) contextualização com outras formas de conhecimento, como conhecimento popular e saberes tradicionais; e (v) contextualização histórica, relacionando aspectos da história da ciência e suas relações com a sociedade.

Tomemos aqui como exemplo uma atividade sobre a lei de Arquimedes (HEIDEMANN, 2015). Uma atividade frequentemente desenvolvida em laboratórios de Física envolve a medição da intensidade da força de empuxo exercida por um líquido sobre um objeto. Solicita-se que os(as) estudantes, com um dinamômetro, meçam a diferença entre o peso e o peso aparente de um objeto quando imerso em um líquido, inferindo o empuxo exercido por esse líquido no objeto. Tal atividade pode ser contextualizada e problematizada a partir de uma análise histórica. Martins (2000) argumenta que o método para descobrir a falsificação da coroa do rei Hieron de Siracusa a partir da comparação de medidas do volume de água derramado pela coroa com o derramado por igual massa de ouro e de prata, supostamente realizado por Arquimedes, não é adequado. Após a contextualização com essa história, potencialmente instigante para os(as) estudantes, pode-se questioná-los sobre as limitações do suposto método de Arquimedes, solicitando que eles(as) avaliem as incertezas das medições realizadas, analisando se tais incertezas possibilitam a conclusão de que a coroa é ou não falsificada. Desse modo, os estudantes precisarão fazer medições de empuxo, proporcionando a aprendizagem tanto de conhecimentos de hidrostática como de habilidades experimentais, a partir de um problema contextualizado, com potencial para dar sentido aos conceitos e procedimentos demandados.

Um elemento importante para a boa contextualização e problematização é que os(as) estudantes compreendam a introdução da situação-problema. Eventualmente isso demandará conhecimentos

prévios cuja apresentação em uma aula experimental seria inoportuna. Uma estratégia útil nesses casos é o uso da metodologia Ensino sob Medida (*Just-in-Time Teaching*). Trata-se de uma metodologia ativa de ensino para estruturar o contato dos(as) estudantes antes das aulas síncronas (OLIVEIRA; VEIT; ARAUJO, 2015). Sinteticamente, a metodologia tem por objetivo melhorar a aprendizagem de ciências na sala de aula por meio do fomento de atividades em grupo que envolvem a comunicação oral e escrita entre os(as) estudantes, dando responsabilidades aos(às) alunos(as) pela sua própria aprendizagem. Isso ocorre por meio de tarefas preparatórias que os(as) estudantes precisam realizar antes da aula. Tais tarefas, que podem ser a leitura de um capítulo de livro-texto, referência da internet ou material de autoria do(a) professor(a), têm por objetivo instruir os(as) estudantes sobre conceitos básicos, mas essenciais para compreender o conteúdo a ser ministrado em aula. Após o estudo do material no prazo estipulado, os(as) estudantes respondem eletronicamente a algumas questões conceituais que servem de *feedback* ao(à) professor(a) que, a partir das respostas dos(as) estudantes, ajusta e organiza sua aula focando nas principais dificuldades. A discussão das respostas, apresentadas de forma intercalada com os conteúdos em uma exposição dialogada, ou durante as atividades realizadas pelos(as) próprios(as) alunos(as), fomenta a participação mais intensa dos estudantes.

A potencialidade dessa metodologia pode ser ilustrada com o seguinte exemplo. Suponha uma atividade experimental em que se busque promover a aprendizagem do modelo de pêndulo simples com enfoque no processo de modelagem científica. Um questionamento possível, que pode ser respondido a partir da análise de dados experimentais, é: em que condições podemos considerar que o corpo suspenso em um pêndulo real é pequeno de modo que possamos utilizar o modelo de pêndulo simples para representá-lo? (detalhes sobre esse questionamento podem ser consultados em Heidemann, 2015). Um(a) estudante que não tenha conhecimento sobre o modelo de pêndulo simples não compreenderá esse

questionamento, pois não sabe que tal modelo pressupõe a idealização de que o corpo suspenso é pontual. O problema, para esse(a) estudante, portanto, não terá sentido, demandando uma contextualização a partir de debates sobre o modelo de pêndulo simples, que podem ser conduzidos a partir de uma tarefa prévia desenvolvida com a metodologia Ensino sob Medida.

ESTRUTURAÇÃO DAS AÇÕES

A construção do sentimento dos(as) estudantes sobre as atividades experimentais depende fortemente da contextualização e da problematização explorada. No entanto, outro aspecto é bastante importante nesse processo: a abertura dos problemas. Atividades fechadas, executadas a partir de uma sequência de passos rigidamente estabelecida, sem oportunizar a tomada de decisão por parte dos(as) estudantes, favorecem a construção de sentimentos negativos em relação à experimentação (ANDRÉS; PESA; MOREIRA, 2006; DEACON; HAJEK, 2011). As motivações das pessoas são dirigidas pela necessidade de autonomia, ou seja, pela necessidade de escolher o que irão fazer, com algum controle das suas ações (DECI; RYAN, 2012). Desse modo, algum nível de abertura nas atividades experimentais, entendido como a concessão de liberdade intelectual aos participantes para tomarem decisões em suas ações, é primordial para que construam sentimentos positivos em relação à experimentação e à Física, promovendo atitudes positivas e conhecimento metacognitivos que favoreçam a sucesso nos objetivos propostos.

Problemas abertos costumam provocar grandes dificuldades aos(às) estudantes. Por se tratarem de problemas sobre um objeto ou evento real, não possuem soluções pré-estabelecidas, sendo as características do que está sendo investigado apenas parcialmente conhecidas. Demanda, portanto, a tomada de decisão sobre as idealizações pertinentes, a realização de estimativas e aproximações, assim como o monitoramento dos procedimentos metodológicos

realizados permanentemente. Exigem ainda o julgamento dos resultados alcançados, assim como a defesa de conclusões a partir de argumentos (consulte mais detalhes sobre problemas abertos em Oliveira, Veit e Araujo, 2017). Todos esses procedimentos envolvem uma maturidade dos(as) estudantes que pode não ter sido alcançada no contexto de ensino em questão.

Naturalmente, portanto, a abertura dos problemas experimentais não pode ser total em qualquer contexto educacional. Determinar um grau de abertura adequado é talvez uma das tarefas mais difíceis da docência. O que devemos deixar a cargo dos estudantes? Eles terão maturidade para tomar as decisões demandadas? Se não conseguirem, como devo mediar o processo educativo? As respostas a essas perguntas são fortemente dependentes de contexto, envolvendo elementos relacionados com o nível de ensino, características da escola, da comunidade em que ela está inserida, entre outras coisas. Procurando contribuir para dirigir quem delinea uma atividade experimental, Carvalho (2018) sintetiza em um quadro, reproduzido no Quadro 1, os graus de liberdade intelectual requerido em diferentes tipos de atividades experimentais.

Quadro 1 – Graus de liberdade de professor (P), alunos (A) e da Classe frente aos elementos típicos de atividades experimentais

	Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4	Grau 5
Problema	P	P	P	P	A
Hipóteses	P	P/A	P/A	A	A
Plano de trabalho	P	P/A	A/P	A	A
Obtenção de dados	A	A	A	A	A
Conclusões	P	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe

Fonte: adaptado de Carvalho (2018).

Não está no escopo deste artigo debater cada grau de liberdade, que podem ser consultados em Carvalho (2018). Destacamos, no entanto, que a liberdade intelectual dos estudantes pode variar significativamente, indo de casos muito fechados, em que apenas a obtenção de dados fica a cargo dos(as) estudantes (Grau 1), até casos muito abertos, em que os(as) estudantes definem inclusive o problema que enfrentarão (Grau 5), o que acontece, raras vezes, em feiras de ciências. Não estamos sugerindo que professores(as), quando planejam uma experimentação, tenham que necessariamente categorizar suas atividades, indicando o grau em que elas se encontram. Variações são possíveis e desejáveis.

Nosso objetivo aqui é apenas destacar alternativas, enfatizando que não se espera que os estudantes tenham absoluta liberdade. Uma possibilidade é, ao contrário de atribuir a responsabilidade de algum procedimento aos(às) estudantes, apresentar alternativas a eles(as). Por exemplo, na atividade exemplificada anteriormente, implementada em uma disciplina de graduação do curso de Física da UFRGS, foram feitas as seguintes sugestões de investigação (WEBER; HEIDEMANN; VEIT, 2020):

Investigação A

Os detectores de fumaça fotoelétricos são dispositivos essenciais na contenção de incêndios. O princípio de funcionamento deste equipamento é baseado na atenuação da luz provocada pela fumaça, que deixa de ser detectada por um sensor, disparando o alarme. Avalie a atenuação da energia luminosa pela fumaça.

Investigação B

Um laser é, idealmente, uma fonte monocromática, isto é, uma fonte de luz que emite luz em apenas um comprimento de onda. Avalie a atenuação da energia luminosa de um laser em um meio sólido como o vidro ou acrílico.

Investigação C

A zona fótica dos oceanos é de importância ecológica fundamental: nessa região encontra-se a maior parte da vida marinha e nela ocorre a fotossíntese pelas algas, responsáveis por mais de 50% da produção de oxigênio global. Avalie a atenuação da energia luminosa da luz no meio marinho.

Em atividades mais abertas, que demandam a tomada de decisão por parte dos(as) estudantes, é interessante se prever uma possível solução para os problemas propostos, ou seja, uma solução que o(a) docente considere adequada e suficiente frente ao problema proposto. Além disso, é importante definir como as etapas dessa solução estão relacionadas com os objetivos da atividade. Por exemplo, na atividade exemplificada, esperava-se que os(as) estudantes fossem capazes de determinar quantitativamente a atenuação da luz em meios dissipativos. Como objetivo específico de aprendizagem da atividade, tinha-se a intenção de promover a compreensão de que modelos podem ser expandidos, aumentando seu grau de precisão. Por isso, mesmo propondo um problema mais aberto, em que vários caminhos poderiam ser tomados, a atividade foi delineada prevendo-se que uma etapa necessária em todos esses caminhos era a expansão do modelo teórico de propagação da luz no vácuo. O problema da atividade, portanto, estabelecido com a pergunta *"Como a poluição pode influenciar a fotossíntese das algas por meio de alterações na atenuação da luz solar?"*, demandava uma etapa intermediária intimamente vinculada com o objetivo específico de promover a compreensão do processo de expansão de modelos, o que ocorria a partir de questões derivadas da pergunta mais geral, como as seguintes: *Como se dá a atenuação da energia luminosa ao atravessar os meios materiais? Como a poluição dos oceanos pode influenciar a fotossíntese das algas por meio de alterações na atenuação da luz solar?* A construção de respostas para essas perguntas demandava a incorporação de efeitos de absorção e espalhamento da luz pela matéria no modelo teórico de propagação da luz no vácuo, o que podia ser feito usando o modelo de Beer-Lambert – uma lei que a maioria dos estudantes tomou conhecimento por meio de uma atividade com a metodologia Ensino sob Medida.

ACOMPANHAMENTO E AVALIAÇÃO

Após a realização da preparação e da apresentação da atividade experimental (contextualizada, problematizada e adequada ao contexto de realização), é necessário o estabelecimento de estratégias para se alcançar os objetivos da investigação, ou seja, é importante delinear procedimentos de acompanhamento e avaliação das ações dos(as) estudantes. Por exemplo, meramente dividir os(as) estudantes em grupos menores não garantirá que eles(as) realizarão as tarefas de forma colaborativa, ou que desenvolverão processos argumentativos. Espinosa, Araujo e Veit (2016) destacam que equipes se diferenciam de grupos pelo comprometimento dos indivíduos com o bom rendimento do grupo e pela confiança dos membros nos seus(suas) colegas. Destacam ainda que a construção dessas características demanda tempo de interação, uma tarefa desafiadora que se torna um objetivo comum (em uma atividade experimental, um bom problema experimental) e *feedback* tanto do trabalho individual quanto de equipe.

Uma estratégia para favorecer o trabalho colaborativo envolve o uso de instrumentos para a construção dos grupos de estudantes. Espinosa, Araujo e Veit (2016) sugerem a aplicação de um questionário prévio com perguntas do tipo “tem algo sobre você que é, provavelmente, um diferencial perante os demais colegas? (pode ser algo como um hobby, alguma habilidade ou interesse)” ou “você tem mais afinidade com qual área da Física? (Física teórica, Física experimental, ensino de Física, etc.)”. Essas perguntas podem variar em diferentes contextos. As respostas a essas questões possibilitam que o(a) professor(a) estabeleça grupos pautados por diversidade, proporcionando que os membros se apoiem quando enfrentam dificuldades e explorem as virtudes de cada um.

O trabalho colaborativo pode ser favorecido, ainda, por problemas com enfoque na modelagem científica (SELAU *et al.*, 2019; ESPINOSA; ARAUJO; VEIT, 2020). Para responderem a questionamentos sobre as diferenças entre as previsões construídas a partir de modelos científicos e evidências experimentais, os(as) estudantes precisam construir argumentos pautados em dados e teorizações, destacando as condições de refutação dos argumentos que estão vinculadas com as idealizações e aproximações dos modelos científicos de referência das investigações. Por exemplo, ao se questionar sobre a validade do modelo de pêndulo simples para representar o movimento de um pêndulo real, os(as) estudantes precisam argumentar sobre a validade de se considerar, entre outras coisas, que o corpo suspenso no pêndulo real tem dimensões desprezíveis frente ao comprimento do fio de sustentação, fazendo isso com base em julgamentos dos dados experimentais. A contraposição de diferentes argumentos e estratégias para se avaliar a adequação de modelos para representar objetos e/ou eventos reais pode proporcionar situações de negociação entre os membros dos grupos, favorecendo o trabalho colaborativo.

Uma estratégia de avaliação focada no fomento ao trabalho colaborativo é a avaliação entre os colegas. Espinosa, Araujo e Veit (2016) sugerem, por exemplo, que o(a) professor(a) peça aos(as) estudantes que atribuam em um questionário pontuações aos colegas, expondo elementos que podem contribuir para o enriquecimento do grupo. Esse questionário pode ter ainda questões em que os(as) estudantes avaliem seus(suas) colegas considerando a preparação deles(as) para a atividade, a contribuição para as discussões e tarefas, e o respeito em relação às ideias dos(as) colegas. O enfoque na modelagem pode favorecer também o uso integrado de recursos computacionais e experimentais, já que tal uso proporciona a contrastação de modelos científicos com a realidade (HEIDEMANN; ARAUJO; VEIT, 2012). Essas atividades podem proporcionar tam-

bém fontes de autoeficácia em relação ao trabalho colaborativo e à experimentação (SELAU *et al.*, 2019). O estímulo à argumentação que pode ser provocado pelo formato dessas atividades proporciona experiências de persuasão social que contribuem para o aumento da autoeficácia para o trabalho colaborativo dos participantes. Além disso, desenvolvidas com métodos ativos (ESPINOSA; ARAUJO; VEIT, 2020), podem proporcionar experiências pessoais positivas e vicárias, assim como *feedbacks* do(a) professor(a) que originam persuasão social para que os(as) estudantes se sintam competentes para realizarem as tarefas.

O acompanhamento dos objetivos estabelecidos é outro aspecto importante em uma atividade experimental. Na medida em que tal acompanhamento evidencia aos(às) estudantes que eles(as) estão evoluindo em suas aprendizagens, proporcionará experiências positivas que favorecem crenças de autoeficácia mais positivas. Sendo as atividades experimentais de uma natureza mais aberta, gerando *feedbacks* mais lentos e contínuos, pode-se oferecer aos(às) estudantes experiências distintas das tipicamente desenvolvidas em aulas tradicionais, quando a conclusão sobre a competência para realizar as tarefas costuma ser praticamente imediata (por exemplo, na resolução de um exercício), favorecendo, impulsivamente, o sentimento de incapacidade, o que poderia ser superado com mais tempo de dedicação à tarefa.

A análise dos objetivos pode ser realizada por meio de protocolos de avaliação (*rubrics*). Esses instrumentos, quando disponibilizados aos estudantes antes mesmo da atividade experimental, possibilitam o compartilhamento prévio dos objetivos traçados, favorecendo que os(as) estudantes se regulem para alcançá-los. Um trecho de um protocolo de avaliação de uma atividade experimental disponibilizada em Heidemann (2015) é exposto no Quadro 2.

Quadro 2 – Protocolo de avaliação de relatórios

Aspecto	Critério de Avaliação de Relatório	Avaliação do Professor
Referencial Teórico	Ressalta as implicações das simplificações da realidade consideradas durante a aplicação das leis e/ou princípios de uma teoria geral à situação física investigada.	
Apresentação e análise dos dados experimentais	Explicita corretamente as incertezas de medida relacionadas com as imprecisões dos instrumentos de medida utilizados.	
Procedimento Experimental	Explicita procedimentos tomados para se controlar variáveis, ou seja, procedimentos realizados para que os fatores desprezados pelo modelo teórico adotado influenciem minimamente os dados experimentais.	

No protocolo original existem mais aspectos de avaliação, sendo que cada um deles contém mais de um critério de avaliação. Por exemplo, para o aspecto "Procedimento Experimental", além do critério no quadro, há também: "Explicita as grandezas que foram medidas", "Explicita os instrumentos de medida utilizados", "Explicita o arranjo experimental utilizado" e "Explicita o evento físico investigado". Aqui trouxemos apenas três aspectos com um critério de cada para fins de exemplificação.

Fonte: adaptado de Heidemann (2015).

Com o conhecimento de itens como esses, os(as) estudantes podem se autoavaliar, autorreagindo a fim de alcançar os objetivos ainda não atingidos até aquele momento. Podem, portanto, realizar procedimentos de autorregulação, desenvolvendo conhecimentos metacognitivos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Procuramos neste capítulo apontar uma série de potencialidades do laboratório didático para a aprendizagem de física, sem a pretensão de esgotar o tema, amplamente debatido na literatura

(HODSON, 1992; PINHO-ALVES, 2000; BORGES, 2002; ARAÚJO; ABIB, 2003; GASPAR, 2004). Concluímos reforçando a importância das atividades experimentais no contexto do ensino de Física. Dentre outros motivos, atividades experimentais podem contribuir para que os estudantes compreendam a natureza representacional do conhecimento científico por meio do processo de contrastação empírica de modelos didático-científicos. Ainda, quando se desloca o enfoque da aula experimental da obtenção passiva e acrítica de dados para o processo de investigação empírica em si, favorecemos o aprendizado não apenas de ciências, mas sobre ciências, agregando com isso conhecimentos relacionados à natureza da construção do conhecimento científico. Nesse sentido, argumentamos que a ênfase no processo de medição pode suscitar discussões não apenas em aspectos epistêmicos da ciência, mas também favorecer o desenvolvimento de estruturas conceituais e processos cognitivos necessários para o raciocínio científico.

Outra potencialidade das atividades experimentais é o desenvolvimento de relações sociais colaborativas entre os estudantes. O trabalho em equipe demanda simultaneamente a confiança e o diálogo entre seus membros, que devem argumentar e se posicionar sobre o evento investigado, favorecendo a alfabetização científica. O desenvolvimento de conhecimentos sobre a própria aprendizagem (metacognição) é outra potencialidade das atividades experimentais, podendo contribuir para melhorar a qualidade da autorregulação dos(as) estudantes. Entretanto, para que esse processo seja positivo, o nível de abertura da atividade deve ser adequado às características dos(as) estudantes. Atividades demasiadamente fechadas suscitam atitudes negativas sobre o trabalho experimental e são reportadas como desinteressantes pelos(as) estudantes. Por outro lado, atividades excessivamente abertas, que implicam dificuldades insuperáveis na perspectiva dos(as) estudantes, também despertam atitudes negativas.

Uma das maiores dificuldades para a implementação de boas práticas experimentais é a tradição de aulas centradas no paradigma da descoberta e(ou) prova de leis científicas. Contribuem de forma determinante para a superação desse paradigma atividades bem contextualizadas e problematizadas. A contextualização é essencial para dar sentido aos conhecimentos e situações; já a problematização tem o papel de estruturar a situação-problema a ser enfrentada, articulando-a com o contexto de forma significativa. Esses fatores são reportados como determinantes no sentimento dos estudantes sobre as atividades experimentais. Para superar eventuais déficits conceituais, ou mesmo introduzir elementos de conhecimentos simples, porém indispensáveis para a condução das aulas, o(a) professor(a) pode utilizar de metodologias ativas como *Just-in-Time Teaching*. O estabelecimento de estratégias para acompanhar o desenvolvimento das atividades pelos estudantes também é essencial para verificar se os objetivos das atividades estão sendo alcançados. Para isso, é fundamental que os(as) estudantes saibam os critérios a partir dos quais estão sendo avaliados, o que permite inclusive ao(à) professor(a) fornecer *feedbacks* individuais ou em grupo aos(as) estudantes. Por fim, um aspecto que contribui para que os objetivos das aulas experimentais sejam alcançados é a organização dos(as) estudantes em equipes diversas, porém com interesses comuns, que tenham qualidades complementares, capazes de se apoiarem mutuamente em seus pontos fortes.

Reiteramos nossa crença no potencial das atividades experimentais para o ensino de Física. Por meio das ideias expostas nesse capítulo, esperamos auxiliar professores(as) que desejam aprimorar suas práticas no laboratório didático.

REFERÊNCIAS

- AJZEN, I. The theory of planned behavior. **Organizational behavior and human decision processes**, v. 50, n. 2, p. 179-211, 1991.
- ANDRÉS, M. M.; PESA, M.; MOREIRA, M. A. El trabajo de laboratorio en cursos de Física desde la Teoría de Campos Conceptuales. **Ciência & Educação**, v. 12, n. 2, p. 129-142, ago. 2006.
- ARAÚJO, M. S.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p.176-194, 2003.
- ARRUDA, S. M.; LABURÚ, C. E. Considerações sobre a função do experimento no ensino de ciências. In: NARDI, R. (org.). **Questões atuais no ensino de ciências**. São Paulo: Escrituras, 1998, p. 53-60.
- BANCHI, H.; BELL, R. The Many Levels of Inquiry. **Science and Children**, v. 46, n. 2, p. 26-29, Oct. 2008.
- BANDURA, A. Perceived self-efficacy in cognitive development and functioning. **Educational Psychologist**, v. 28, n. 2, p. 117-148, 1993.
- BANDURA, A. **Self-efficacy**: The exercise of control. New York: W. H. Freeman and Company, 1997.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.
- BRANDÃO, R. V.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A modelagem científica vista como um campo conceitual. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 28, n. 3, p. 507-545, dez. 2011.
- BRANDÃO, R. V.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. A modelagem física de fenômenos físicos e o ensino de Física. **Física na Escola**, v. 9, n. 1, 2008.
- BUFFLER, A.; LUBBEN, F.; IBRAHIM, B. The relationship between students' views of the nature of science and their views of the nature of scientific measurement. **International Journal of Science Education**, v. 31, n. 9, p. 1137-1156, Jun. 2009.
- BUNGE, M. **Teoria e realidade**. São Paulo: Editora Perspectiva, 1974.

CARROLL, R.; LINCOLN, J. Phyx app in the physics classroom. **The Physics Teacher**, v. 58, p. 606, out. 2020.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018.

CHEVALLARD, Y. Introducing the Anthropological Theory of the Didactic: an attempt at a principled approach. **Hiroshima Journal of Mathematics Education**, v. 12, p. 71-114, 2019.

DAMIANI, M. F. Entendendo o trabalho colaborativo em educação e revelando seus benefícios. **Educar em Revista**, n. Educ. rev, n. 31, 2008.

DEACON, C.; HAJEK, A. Student Perceptions of the Value of Physics Laboratories. **International Journal of Science Education**, v. 33, n.7, p. 943-977, 2011.

DECI, E. L.; RYAN, R. M. Self-determination theory. *In*: VAN LANGE, P. A. M.; KRUGLANSKI, A. W.; HIGGINS, E. T. (eds.). **Handbook of theories of social psychology**. London: SAGE Publications, 2012. p. 416-436.

DORNELES, P. F. T.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em física geral. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 1, p. 99-122, 2012.

DUSCHL, R.; GRANDY, R. Reconsidering the Character and Role of Inquiry in School Science: Framing the Debates. *In*: DUSCHL, R.; GRANDY, R. (ed.). **Teaching Scientific Inquiry**. Rotterdam: Sense Publishers, 2008. p. 1-37.

ESPINOSA, T. O.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. A influência de métodos ativos de ensino na autoeficácia discente sobre aprender Física e trabalhar colaborativamente: um estudo de caso explanatório com o método Team-Based Learning. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, Belém, v. 16, n. 36, p. 05-22, jul. 2020.

ESPINOSA, T. O.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Aprendizagem Baseada em Equipes (Team-Based Learning): um método ativo para o Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, 2016.

ESPINOSA, T. O.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Crenças de autoeficácia em aprender física e trabalhar colaborativamente: um estudo de caso com o método team-based learning em uma disciplina de física básica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 12, n. 1, 2019.

FRANCO, R. S.; MARRANGHELLO, G. F.; ROCHA, F. S. Measuring the acceleration of an elevator. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 38, n. 1, p. 1308, 2016.

GASPAR, A. Cinquenta anos de ensino de física: muitos equívocos, alguns acertos e a necessidade de recolocar o professor no centro do processo educacional. **Educação: revista de estudos da educação**, v.13, n. 21, p. 71-91, dez. 2004.

GIERE, R. N. Testing theoretical hypotheses. *In*: EARMAN, J. (ed.). **Testing scientific theories**. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1983. p. 269-298.

HEIDEMANN, L. A. **Ressignificação das atividades experimentais no ensino de física por meio do enfoque no processo de modelagem científica**. 2015. Tese (Doutorado em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

HEIDEMANN, L. A.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Atividades experimentais com enfoque no processo de modelagem científica: uma alternativa para a resignificação das aulas de laboratório em cursos de graduação em física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 38, n. 1, p. 1-15, 2016.

HEIDEMANN, L. A.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Ciclos de Modelagem: uma alternativa para integrar atividades baseadas em simulações computacionais e atividades experimentais no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 2, out. 2012.

HEIDEMANN, L. A.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Dificuldades e avanços no domínio do campo conceitual da Modelagem Didático-Científica: um estudo de caso em uma disciplina de física experimental. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 2, p. 352-382, 2018.

HEIDEMANN, L. A.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Um referencial teórico-metodológico para o desenvolvimento de pesquisas sobre atitude: a Teoria do Comportamento Planejado de Icek Ajzen. **Revista Eletrônica de Investigación en Educación en Ciencias**, v. 7, n. 1, 2011.

HODSON, D. In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. **International Journal of Science Education**, v. 14, n. 5, p. 541-562, May 1992.

HODSON, D. Learning Science, Learning about Science, Doing Science: Different goals demand different learning methods. **International Journal of Science Education**, v. 36, n. 15, p. 2534-2553, 2014.

HOFSTEIN, A.; LUNETTA, V. N. The laboratory in science education: foundations for the twenty-first century. **Science Education**, New York, v. 88, n. 1, p. 28-54, Jan. 2004.

HUEY, C., NORMAN, G. L. The effect of levels of cooperation within physical science laboratory groups on physical science achievement, **Journal of Research in Science Teaching**, v. 31, n. 2, 1994.

JONG, T.; LINN, M. C.; ZACHARIA, Z. C. Physical and Virtual Laboratories in Science and Engineering Education. **Science**, v. 30, abril, 2013.

KATO, D. S.; KAWASAKI, C. S. As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de ciências. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, p. 35-50, 2011.

LIRA, M. M. **Alfabetização científica e argumentação escrita nas aulas de ciências naturais**: pontos e contrapontos. 2009. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

LUCHESE, M. M.; SANTOS, R.; IRALA, C. P. Estudo do movimento oscilatório usando o software scidavis. XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2015.

MAIA, P. F. **Habilidades investigativas no ensino fundamentado em modelagem**. 2009. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

MARTINS, R. A. Arquimedes e a coroa do rei: problemas históricos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 17, n. 2, 2000.

MEDEIROS, A.; BEZERRA FILHO, S. A natureza da ciência e a instrumentação para o ensino da física. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 6, n. 2, 2000.

OH, P. S.; OH, S. J. What teachers of science need to know about models: An overview. **International Journal of Science Education**, v. 33, n. 8, p. 1109-1130, May 2011.

OLIVEIRA, V.; VEIT, E. A.; ARAUJO, I. S. Relato de experiência com os métodos Ensino sob Medida (Just-in-Time Teaching) e Instrução pelos Colegas (Peer Instruction) para o Ensino de Tópicos de Eletromagnetismo no nível médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, p. 180-206, 2015.

OLIVEIRA, V.; VEIT, E. A.; ARAUJO, I. S. Resolução de problemas abertos no ensino de física: uma revisão da literatura. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 3, p. e3402, 2017.

OSBORNE, J. Arguing to Learn in Science: The Role of Collaborative, Critical Discourse. **Science**, v. 328, n. 5977, 2010.

PEDROSO, L. S. *et al.* Experimentos de baixo custo utilizando o aplicativo de física Phyphox. **Lat. Am. J. Phys. Educ.**, v. 14, n. 4, Dec. 2020.

PENA, F. L. A.; RIBEIRO FILHO, A. Obstáculos para o uso da experimentação no ensino de física: um estudo a partir de relatos de experiências pedagógicas brasileiras publicados em periódicos nacionais da área (1971-2006). **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, jan-abr. 2011.

PEREIRA, M. V.; MOREIRA, M. C. do A. Atividades prático-experimentais no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, p. 265, 2017.

PIGOSSO, L. **Um estudo exploratório sobre atividades investigativas com enfoque no processo de medição no ensino fundamental.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2022.

PINHEIRO, N. C. **Por uma pesquisa em ensino de física menos universal:** considerando contextos e idiosincrasias na educação científica. Tese (Doutorado em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

PINHO-ALVES, J. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 17, n. 2, p. 174-188, 2000.

POPPER, K. **Conjecturas e Refutações.** Brasília: Editora da UnB, 2008.

RICARDO, E. C. **Problematização e contextualização no ensino de física.** Texto de apoio. São Paulo: USP, 2010.

ROSA, C. W.; ALVES FILHO, P. J. Metacognição e as atividades experimentais em física: aproximações teóricas. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.15, n. 1, p. 95-111, jan-abr, 2013.

SÁ, L. P.; KASSEBOEHMER, A. M.; QUEIROZ, S. L. Esquema de argumento de Toulmin como instrumento de ensino: explorando possibilidades. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.16, n. 3, p. 147-170, set-dez, 2014.

SARAIVA-NEVES, M.; CABALLERO, C.; MOREIRA, M. A. Repensando o papel do trabalho experimental, na aprendizagem da física em sala de aula – um estudo exploratório. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 3, p. 383-401, 2006.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, nov. 2015.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de toulmin. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, 2011.

SELAU, F. F. *et al.* Fontes de autoeficácia e atividades experimentais de física: um estudo exploratório. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, n. 2, 2019.

SILVEIRA, F. L.; OSTERMANN, F. A Insustentabilidade da proposta indutivista de “descobrir a lei a partir de resultados experimentais”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, p. 7-27, Jun. 2002.

TOULMIN, S. **Os usos do argumento**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

VUONG, M.; BROWN-WELTY, S.; TRACZ, S. The effects of self-efficacy on academic success of first-generation college sophomore students. **Journal of college student development**, v. 51, n. 1, p. 50-64, jan/fev. 2010.

WEBER, R. P. **Um estudo explanatório sobre as dificuldades e avanços de estudantes de graduação em física em situações experimentais do campo conceitual da modelagem didático-científica envolvendo ótica**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.

WEBER, R. P.; HEIDEMANN, L. A.; VEIT, E. A. Atenuação da luz em meios materiais: uma atividade de modelagem envolvendo três experimentos didáticos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, p. e20200229, 2020.

WEBER, R. P.; HEIDEMANN, L. A.; VEIT, E. A. Um Estudo sobre as Contribuições de Atividades de Laboratório com Enfoque no Processo de Modelagem Científica no Domínio de Universitários sobre Conceitos de Ótica e sobre o Trabalho Experimental. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. e36646, 2022.

WEBER, R. P.; HEIDEMANN, L. A.; VEIT, E. A. Um experimento didático potencialmente instigante envolvendo a reflexão da luz em um caso aparentemente misterioso. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, p. e20200486, 2021.

2

*Estevão Antunes Jr.
Claudio J. H. Cavalcanti
Fernanda Ostermann*

A BNCC E OS PCN NO ENSINO FUNDAMENTAL II EM INTERAÇÃO DIALÓGICA:

**UMA ANÁLISE BAKHTINIANA ARTICULADA
A REDES TEXTUAIS**

INTRODUÇÃO

O trabalho que apresentaremos neste capítulo é parte de uma pesquisa que consta na tese de doutorado de Antunes Jr. (2022), que envolve, entre outros aspectos, a análise curricular da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2017) das Ciências da Natureza (CN) para os anos finais do Ensino Fundamental e a relação deste documento com os antigos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1998). Antunes Jr., Cavalcanti e Ostermann (2021), fizeram uma interpretação das vozes do currículo Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS) nesses documentos e apresentaram sobre a revocalização das vozes dos PCN na nova BNCC para a etapa de escolarização em pauta. O que estamos propondo apresentar neste capítulo é uma aprimoração significativa no que diz respeito à metodologia e à técnica utilizada para a análise e uma reinterpretação dos resultados a partir disso. Por isso, cabe visitar o que Antunes Jr., Cavalcanti e Ostermann (2021) discorreram sobre a educação em ciências para os anos finais do Ensino Fundamental.

A história da educação científica no Brasil sempre privilegiou assuntos que estivessem mais direcionados à Biologia, inicialmente pautados na agricultura e higiene, em detrimento de outras dimensões importantes das ciências. Ainda que tenhamos tido ênfase maior na Física e na Química durante os anos de Guerra Fria, essas disciplinas nunca direcionaram as Ciências da Natureza para a educação colegial (Ensino Fundamental). Isso, inclusive, é reforçado na literatura, em que podemos encontrar muito mais pesquisas com ênfase no Ensino Fundamental e alinhados com as Ciências Biológicas do que com a Física e/ou com a Química (ANTUNES JR., 2022).

Ainda, se analisarmos, mesmo superficialmente, os documentos que direcionaram a educação brasileira a partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB) de 1996 (BRASIL, 1996), como os PCN, perceberemos um enfoque maior em demandas

vindas das Ciências Biológicas para o Ensino Fundamental II. É importante dizer que não temos a pretensão de dizer que esses assuntos não são importantes, pelo contrário, mas devemos entender se essa hegemonia ainda persiste na BNCC e quais motivos possivelmente levaram a isso.

Outros aspectos importantes que foram investigados pelos autores tocam as ideias sobre ciência e sobre currículo que se vende/vendia nesses documentos. É de se esperar que, tendo sido concebida 20 anos mais tarde, a BNCC teria levado em conta aspectos explorados e pesquisados nos meios acadêmicos e nas publicações especializadas em Ensino e/ou Educação em Ciências ao longo desses anos. Mas será que levou? A ciência ainda é vista como um suporte para a tecnologia e a partir de um viés utilitarista? E quanto à ideia de currículo que aborde conteúdos científicos por um prisma mais crítico?

De fato, o trabalho que citamos anteriormente mostra, a partir da análise realizada, que a BNCC se apresenta com uma visão de mundo similar à veiculada nos PCN quanto à ideia de currículo a ser proposto, quanto à visão de CTS reverberada e quanto à hegemonia dos conteúdos voltados à Biologia. Entretanto, a análise proposta por Antunes Jr., Cavalcanti e Ostermann (2021) não utilizava a relação gramatical binária e as categorizações de vértices a partir do peso, da força e do *betweenness*. Essa nova análise pode nos mostrar mais claramente os termos mais centrais de cada enunciado e as relações mais importantes entre os dois enunciados, que são os textos sobre Ciências da Natureza para os anos finais do Ensino Fundamental contidos nos antigos PCN da nova BNCC.

Assim, o objetivo desse trabalho, como já foi mencionado anteriormente, é apresentar uma nova forma de elucidar padrões linguísticos a partir de redes obtidas utilizando a relação gramatical binária articulada com a filosofia da linguagem do círculo de Bakhtin. Para isso, utilizaremos o mesmo escopo que foi apresentado por

Antunes Jr., Cavalcanti e Ostermann (2021), mas analisaremos os resultados a partir dessa nova técnica de mineração de texto.

A ANÁLISE DE REDES TEXTUAIS ARTICULADA À ANÁLISE BAKHTINIANA

As redes textuais obtidas na nossa análise estão pautadas na mineração de texto, em que o texto serve como variável de entrada e, a partir dele, obtemos tabelas de coocorrências e redes de palavras. O primeiro passo para obtermos as redes que estamos propondo é formar os bigramas e as tabelas de coocorrência a partir do Processamento de Linguagem Natural. Nessa etapa, o texto é separado em partes – identificando parágrafos, sentenças (frases, orações) por sinais de pontuação. Nas sentenças há separação de cada termo. Para essa etapa utilizamos o pacote UDPipe (WIJFFELS, 2022), do ambiente de programação R. Assim, os bigramas não são construídos apenas por uma palavra seguida da próxima ou apenas pela proximidade entre as palavras, mas também, e principalmente, a partir de uma dependência gramatical entre as palavras, o que chamamos de *dependency parsing* (análise de dependência). Associado a isso, o próprio pacote pode ser ajustado para fazer o que se chama lematização, a fim de eliminar plural, gênero, etc.

Essa dependência gramatical e a formação dos bigramas é o que vai construir a rede. Essa rede construída é direcional, no sentido $\text{term1} \rightarrow \text{term2}$, ou seja, os significados essenciais do texto são produzidos nesse sentido, do termo pai para o termo dependente. Os termos dos bigramas são representados por vértices, as relações de coocorrência entre eles são representadas por arestas. Os vértices podem ser classificados a partir de três variáveis importantes no método que estamos utilizando, que são o peso, a força e o *betweenness* dos vértices.

1. O **peso** é a variável que indica a densidade de ocorrência de cada bigrama, ou seja, o número de coocorrências do bigrama sobre o número total de extratos de texto.

$$\text{peso} = \frac{\text{cooc}}{\text{total de extratos de texto}}$$

A variável indica o número de coocorrências de cada bigrama. Essa variável pode ajudar a formar as nuvens de bigramas que apresentaremos a seguir.

2. A **força** de vértice (do inglês *node strength*) identifica a centralidade do vértice frente ao texto. Essa medida indica o quão fortemente conectado na rede cada termo de cada bigrama está, ou seja, o quão articulado ele está aos enunciados e ao discurso como um todo. Quanto mais vezes um dado termo faz parte de um bigrama, maior o número de conexões na rede e maior é a força de vértice. Assim, a força de vértice pode expressar a intensidade das relações entre os termos, que é importante para a articulação com a análise bakhtiniana, uma vez que podemos investigar significados veiculados pelos locutores que produziram esses enunciados e a interação entre esses enunciados (interanimação de vozes). Os valores altos de força de vértice indicam termos que são estruturalmente fundamentais nos enunciados. Sendo o enunciado a unidade de análise básica na teoria de Bakhtin, é coerente que a importância de termos seja quantificada por alguma medida de centralidade, não pela frequência simples de ocorrência isolada de cada termo.

3. O **betweenness** (ou intermediação) do vértice $v \in V$ é dada por (KOLACZYK; CSÁRDI, 2020, p. 48)

$$B(v) = \sum_{s \neq t \neq v \in V} \frac{\sigma(v)}{\sigma(s, t)}$$

onde $\sigma(v)$ é o número total de caminhos mais curtos entre os nós s e t que passam pelo nó v e $\sigma(s, t)$ é o número total de caminhos mais curtos entre s e t (não apenas aqueles que passam por v). Isso quer

dizer que o *betweenness* do vértice é alto quando pelo vértice v passam muitas geodésicas que unem s e t .

Com base nesses três conceitos e na dependência gramatical podemos formar as redes de palavras e classificar os vértices de acordo com a sua importância para o enunciado, além de articular relações com a teoria do enunciado concreto do círculo bakhtiniano. É por meio da interpretação das diversas conexões locais e não locais entre termos na rede que a interpretação do discurso é feita.

É importante dizer que, a partir da mineração textual e da construção/análise de redes, podemos observar padrões interessantes no que diz respeito às vozes veiculadas e revocalizadas, além de permitir a visualização de relações sutis entre termos e de estimar a importância e o papel de cada termo em decorrência dessas relações. Tais características expressam aspectos importantes cuja gênese se dá nas interações dos enunciados presentes no documento com enunciados de outros textos.

Na filosofia da linguagem de Bakhtin, a voz pode ser entendida como a visão de mundo adotada pelo enunciador ao proferir o enunciado ou a perspectiva por meio da qual o ouvinte compreende e se posiciona em relação a esse enunciado (interanimação de vozes). Bakhtin (2016) afirma que um enunciado é repleto de vozes que podem ser veiculadas por ele e que um enunciado concreto (verbal e extraverbal) carrega pelo menos duas vozes: a voz do locutor e do ouvinte. Relacionadas a essas estão a voz responsiva e a voz diretiva (real ou presumida). A unicidade do enunciado se estabelece pelo contexto concreto e único em que é produzido e “mesmo que seja escrito e finalizado, responde a algo e orienta-se para uma resposta” (VOLOSHINOV, 2018, p. 184).

Nessa perspectiva, a metalinguística bakhtiniana também considera que uma voz pode ser reanimada a partir da adaptação a um novo contexto enunciativo e atrelada à consciência ideológica dos novos sujeitos enunciadoreis. Isso é que se chama palavra internamente persuasiva (BAKHTIN, 2002), ou o que chamaremos

de revocalização (MAYBIN, 2008) e “é metade nossa e metade de outrem” (BAKHTIN, 2002, p. 145), além de ser uma palavra reanimada a partir da adaptação a um novo contexto enunciativo e atrelada à consciência ideológica dos novos sujeitos enunciadores. É um processo em que o novo enunciador incorpora conscientemente a voz original, alinha-se a ela ou a polemiza, constituindo a já citada interanimação de vozes.

Convém ressaltar que, ainda que se fale em circulação de significados na rede, tais significados não estão presentes na rede aguardando que sejam desvelados. É na análise que eles são produzidos. Assumir que a rede contenha significados que devem ser desvelados nos aproximaria, por exemplo, da Análise de Conteúdo. Segundo Bakhtin (2016), textos são produzidos em um contexto de comunicação cultural, por meio da interação dialógica com discursos produzidos em contextos e momentos históricos que podem ser bem mais amplos do que o local e momento no qual o texto foi produzido (contexto imediato).

A seguir apresentaremos o resultado da nossa proposta de articulação entre a teoria de redes e a análise bakhtiniana aplicada ao nosso objeto de análise, que consiste nas partes referentes às Ciências da Natureza contidas na BNCC e nos PCN para os anos finais do Ensino Fundamental.

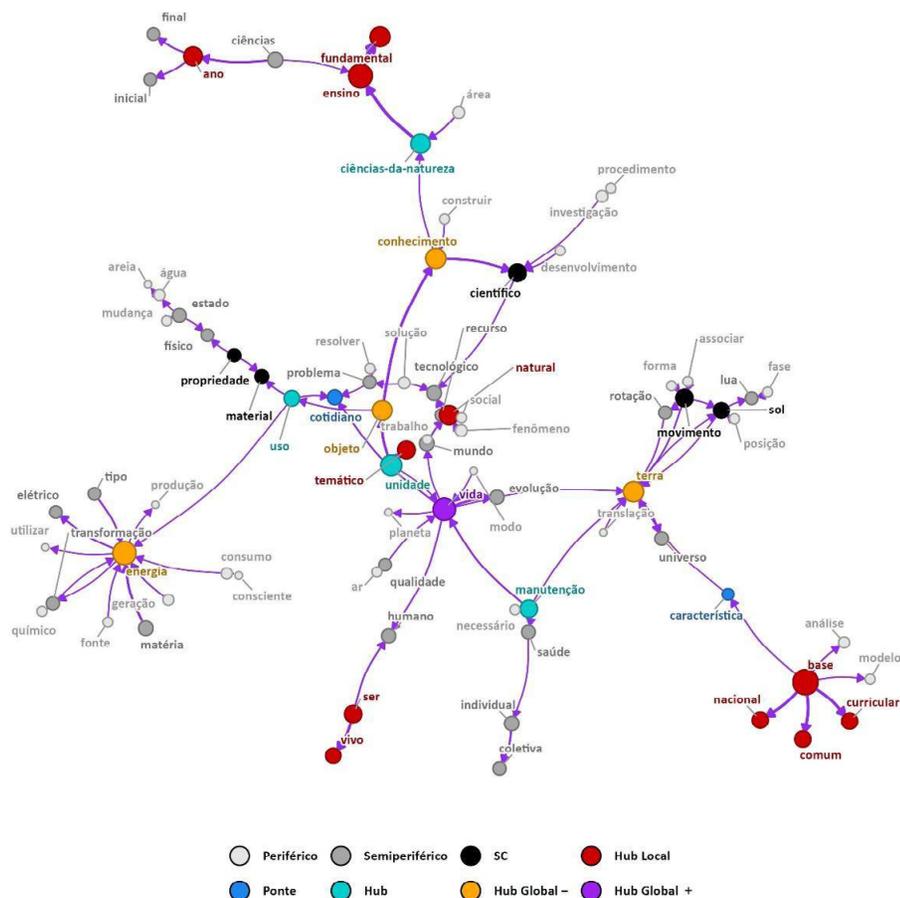
EXEMPLO APLICADO ÀS CIÊNCIAS DA NATUREZA NO FUNDAMENTAL II: DOS PCN À BNCC

Para explicar como esses conceitos bakhtinianos se inserem no contexto da análise de redes, apresentaremos, inicialmente, a

análise da BNCC das Ciências da Natureza para os anos finais do Ensino Fundamental.

Na figura 1 está demonstrada a maior componente da rede textual obtida de forma que bigramas com número de ocorrências (frequência) menor do que 2 foram filtrados, mantendo apenas aqueles que contivessem palavras-chave relacionadas aos três eixos temáticos Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo.

Figura 1 - Rede textual obtida a partir da BNCC para o Ensino Fundamental II



Fonte: Antunes Jr, 2022.

O mapa da Figura 1 nos permite visualizar relações sutis entre termos, além de estimar a importância e o papel de cada termo em decorrência dessas relações. Tais características expressam aspectos importantes cuja gênese se dá nas interações dos enunciados presentes no documento com enunciados de outros textos.

A fim de sistematizar a análise dos vértices, propomos uma classificação levando em consideração a força e o *betweenness* do vértice (ANTUNES JR., 2022). A classificação está especificada no quadro a seguir:

Quadro 1 - Classificação dos vértices de acordo com a força e o *betweenness*

Classificação do vértice	Descrição
Hub Global +	Força e <i>betweenness</i> nível 5 – termos mais importantes e centrais da rede
Hub Global -	(1) força nível 5 e <i>betweenness</i> nível 4; (2) força nível 4 e <i>betweenness</i> nível 5 – termo com importância global, mas importância menor do que termos classificados como <i>Hub Global +</i>
Hub	(1) força nível 4 e <i>betweenness</i> nível 3; (2) força nível 3 e <i>betweenness</i> nível 4 – pode ser classificado como <i>Hub</i> , mas com característica intermediária entre o <i>Hub Local</i> (ver abaixo) e o <i>Hub Global -</i>
Ponte	(1) <i>betweenness</i> nível 5 e força níveis 1, 2 ou 3; (2) <i>betweenness</i> nível 4 e força níveis 1 ou 2; (3) <i>betweenness</i> nível 3 e força nível 1 – termo que usualmente conecta dois clusters locais de termos, ou seja, aparecem em distintos contextos discursivos.
Hub Local	(1) força nível 5 e <i>betweenness</i> níveis 1, 2 ou 3; (2) força nível 4 e <i>betweenness</i> níveis 1 ou 2; (3) força nível 3 e <i>betweenness</i> nível 1 – termo com fortes conexões locais com outros termos.
Sem Classificação (SC)	Quaisquer combinações de níveis distintas das descritas acima – nesse caso, o papel do vértice na rede não tem uma característica mais proeminente do que outras e não se enquadra em nenhum dos casos citados até aqui. Porém, esse tipo de vértice não pode ser classificado como periférico ou semiperiférico
Semiperiférico	(1) força nível 1 e <i>betweenness</i> nível 2; (2) força nível 2 e <i>betweenness</i> nível 1
Periférico	Força e <i>betweenness</i> nível 1

Fonte: elaborada pelos autores, 2023.

Analisando a Figura 1 e associando com as classificações apresentadas no quadro 1, podemos verificar que o único termo classificado como Hub Global + é **vida**, que aparece, por exemplo, na sequência **vida** → **humano** ← **ser** → **vivo**, sendo que o bigrama **ser** → **vivo** dessa sequência tem ligação intensa na rede (o sétimo mais frequente). Também aparecem em evidência as sequências **vida** ← **qualidade** → **ar e vida** → **manutenção** → **saúde individual** → **coletiva**. É evidente a centralidade de tópicos vinculados às Ciências Biológicas, alguns voltados à saúde e questões ambientais. Não há nenhum problema nisso, mas tópicos de outras áreas acabam sendo menos priorizados e aparecem isolados na rede, como é o caso do termo **energia**, mesmo sendo um Hub Global -. O termo **universo**, por sua vez, aparece como periférico. Portanto, **energia** é um tópico estanque, apesar de importante, sem ligações diretas muito intensas com demais tópicos.

Há ainda sinais de que as relações entre Ciência e Tecnologia são abordadas de forma reducionista em certas passagens do texto. A sequência **criar** → **solução** → **tecnológico** ← **científico** ← **conhecimento** dá indícios de que os enunciados veiculam vozes alinhadas à ideia de criar soluções tecnológicas para problemas diversos com base no conhecimento científico. De fato, há vários enunciados em que a ideia de criar soluções tecnológicas para problemas diversos está presente sem uma reflexão de que isso não necessariamente melhora a vida da população em geral. Sabe-se que as relações entre ciência e tecnologia nem sempre vão na direção de solucionar problemas e automaticamente melhorar a qualidade de vida da população, noção que estaria reverberando vozes mais alinhadas ao modelo linear de desenvolvimento científico, que é problematizado e criticado já no início do século por Auler e Delizoicov (2001). No início do texto do documento há uma menção à ideia de que nem sempre a ciência e a tecnologia se articulam de forma a gerar resultados positivos para o mundo e para as pessoas:

No entanto, o mesmo desenvolvimento científico e tecnológico que resulta em novos ou melhores produtos e serviços também pode promover desequilíbrios na natureza e na sociedade (BRASIL, 2017, p. 319).

Mais adiante, há também a seguinte afirmação:

Impossível pensar em uma educação científica contemporânea sem reconhecer os múltiplos papéis da tecnologia no desenvolvimento da sociedade humana. A investigação de materiais para usos tecnológicos, a aplicação de instrumentos óticos na saúde e na observação do céu, a produção de material sintético e seus usos, as aplicações das fontes de energia e suas aplicações e, até mesmo, o uso da radiação eletromagnética para diagnóstico e tratamento médico, entre outras situações, são exemplos de como ciência e tecnologia, por um lado, viabilizam a melhoria da qualidade de vida humana, mas, por outro, ampliam as desigualdades sociais e a degradação do ambiente. Dessa forma, é importante salientar os múltiplos papéis desempenhados pela relação ciência-tecnologia-sociedade na vida moderna e na vida do planeta Terra como elementos centrais no posicionamento e na tomada de decisões frente aos desafios éticos, culturais, políticos e socioambientais (BRASIL, 2017, p. 327-328).

Porém, esses enunciados acabam atuando como alertas de que a relação entre ciência, tecnologia e sociedade devem ser pauta para reflexão mais profunda, mas sem desenvolver ou orientar como essa discussão pode ser desenvolvida ou implementada em situações de sala de aula. Ao mesmo tempo, em diversos pontos do documento há trechos com indicações sobre criar soluções tecnológicas para problemas diversos com base no conhecimento científico, voz que se alinha à ideia do modelo linear. O resultado dessa estratégia discursiva é que a rede captura essa postura aparentemente dúbia, de um lado colocando alertas vazios, do outro aliando-se mais fortemente à ideia do modelo linear. Além disso, a sequência e **criar** → **solução** → **problema** → **cotidiano**, além de **resolver** → **problema**

→ **cotidiano** veicula uma voz alinhada a uma ideia de ciência utilitarista, comumente chamada de ciência do cotidiano, há que cuidar para não recair nesse modismo, criticado na literatura. Segundo Santos e Mortimer (2000), a ciência do cotidiano se diferencia muito da perspectiva CTS, pois

[...] se limita a nomear cientificamente as diferentes espécies de animais e vegetais, os produtos químicos de uso diário e os processos físicos envolvidos no funcionamento dos aparelhos eletro-eletrônicos. Um ensino que contemple apenas aspectos dessa natureza seria, a nosso ver, puramente enciclopédico, favorecendo uma cultura de almanaque (SANTOS; MORTIMER, 2000, p. 117).

Ainda que abordar aspectos do cotidiano seja defensável no contexto escolar, esse tipo de abordagem não pode ser um fim, apenas uma parte do caminho. Tal resultado corrobora a ideia levantada na leitura prévia do documento, de que a BNCC apenas aparentemente se alinha às premissas fundamentais da perspectiva CTS, perspectiva essa de viés crítico. A herança dos anos 90, deixada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998) pode ser percebida na ideia reducionista de tecnologia como ciência aplicada (concepção utilitarista), tão combatida pelos movimentos CTS.

Podemos, portanto, a partir de nossa análise, concluir que a BNCC revocaliza uma visão curricular para as Ciências da Natureza que ainda privilegia as Ciências Biológicas para os anos finais do Ensino Fundamental. Além disso, veicula vozes que parecem se aliar à concepção de uma interação não crítica entre ciência, tecnologia e sociedade, na qual a ciência gera desenvolvimento tecnológico, o que traria, como consequência, o bem-estar social, além de evidenciar um alinhamento a abordagens mais utilitaristas no estilo ciência do cotidiano.

A seguir, podemos analisar uma sub-rede da rede global selecionando enunciados que contenham termos que iniciam com

tecno e outros relacionados. Foram mantidos, além desses termos, aqueles que contenham desequilíbrio ou degradação, para capturar as poucas partes mais críticas do texto e investigar como se articulam na rede. O resultado desse procedimento pode ser visualizado na Figura 2.

Percebe-se, como esperado (por construção), que os termos dominantes são **tecnologia** (Hub Global +) e **tecnológico** (Hub Global -). As sequências de termos obtidas dos poucos enunciados mais críticos ao modelo linear são representadas fundamentalmente pelas sequências **promover** → **desequilíbrio** → **natureza** ← **ciência** → **tecnologia e ampliar** → **desigualdade** → **degradação** → **ambiente**, que são periféricas na rede, pois aparecem apenas uma vez no texto como se fosse uma espécie de alerta (melhor seria se investissem em uma discussão sobre esses aspectos).

É evidente, porém, que as sequências iniciadas com **criar** → **solução** → **tecnológico** são bastante mais estáveis (fortemente conectadas à rede), juntos às sequências **desenvolvimento** → **científico** → **tecnológico e criar** → **solução** → **tecnológico** ← **científico** ← **conhecimento** → **ciências-da-natureza** ← **problema** ← **resolver**. Assim, ainda que haja no texto duas passagens relativamente vagas alertando sobre a complexidade das relações CTS, o discurso mais estável está centrado em relações em que tecnologia resolve problemas cotidianos. Sem explicitar uma problematização sobre essa relação, o discurso pode estar privilegiando vozes que se alinham ao modelo linear.

Percebemos que, mesmo com citação direta ao movimento CTS e toda a articulação argumentativa do documento em torno desse eixo, a formação da sequência **desenvolvimento** → **científico** → **tecnológico** parece valorizar essa característica no ensino de Ciências, perspectiva que pode reforçar vozes que se alinham à ideia do modelo linear, ainda que sutil e implicitamente (AULER; DELIZOICOV, 2001). A perspectiva CTS aparece explicitamente na sequência **ciência** → **tecnologia** → **sociedade**. Ao longo do documento pode ser constatado que essa relação é tratada de forma um pouco mais aprofundada do que na BNCC, ainda que também deixe espaço para abordagens mais ingênuas e que repliquem concepções próximas ao modelo linear.

Há dois termos classificados como Hub Global +, **ciência** e **natural**, e três como Hub Global –, **ser**, **humano** e **ciclo**, que contextualiza os eixos nos respectivos do Ensino Fundamental na época, final da década de 90, além da menção ao ciclo da água na sequência **ciclo** → **água**. A centralidade dos conteúdos em torno das Ciências Biológicas é também possível de notar na rede. Esse aspecto não surpreende, dado que todos os elaboradores para as Ciências da Natureza estão vinculados à Biologia. Há forte conexão entre os termos nos bigramas **ser** → **vivo** e **ser** → **humano**, indicando que são bastante presentes ao longo do documento. Há ainda os bigramas **(qualidade, diversidade, condição)** → **vida**, **vida** → **ambiente e corpo** → **humano**, que aparecem claramente. Muito periféricamente aparecem bigramas **corpo** → **celeste** e **movimento** → **corpo**, menos vinculados às Ciências Biológicas.

Tal como foi feito para a BNCC, podemos construir uma rede a partir dos PCN levando em conta enunciados que contenham termos relacionados à ciência, tecnologia e suas relações, mostrada na Figura 3. Assim como na rede anterior, a intenção é preservar

as poucas passagens do texto em que eram destacadas posições mais reflexivas e críticas sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, ou seja, aquelas que pelo menos não se alinham às concepções inspiradas pelo modelo linear.

Assim como no caso da rede da BNCC, o termo **tecnologia** é o único Hub Global +. Obviamente isso ocorre pela própria construção da rede, obtida de enunciados que contenham esse termo e outros relacionados. O termo **ciência** também tem importância significativa nessa rede, sendo Hub Global -. O termo **sociedade** completa a tríade CTS, mas como Hub Local, ou seja, aparece muito no texto em conjunção com os termos **ciência** e **tecnologia**. Isso indica que a tríade CTS é central (tal como mostra a rede), mas o termo sociedade não tem importância global como os dois demais. De fato, ainda que o documento apresente Tecnologia e Sociedade como um dos eixos temáticos em todo o Ensino Fundamental, os impactos sociais – principalmente os negativos – da Ciência e Tecnologia aparecem no texto apenas periféricamente, o que também pode ser percebido na rede. Por exemplo, nesse documento há um enunciado que afirma o seguinte:

A abordagem da Ética está muito frequentemente associada a grandes interesses econômicos e políticos. É preciso trazer tais questões críticas para a discussão em sala de aula, evitando a visão ingênua ao idealizar a tecnologia como sinônimo inquestionável de progresso social e conforto individual (BRASIL, 1998, p. 49).

Esse é um dos poucos enunciados dispersos ao longo do texto completo que faz uma reflexão crítica sobre impactos sociais da Ciência e Tecnologia (principalmente). Na rede da Figura 3 a afirmação destacada na citação acima aparece como um conjunto de termos periféricos que só se articula à rede por meio do termo central **tecnologia**, na sequência **ingênuo** ← **visão** ← **evitar** → **idealizar** → **tecnologia** → **sinônimo** → (**progresso, inquestionável**). No entanto, aparece como uma frase solta no texto, sem maiores aprofundamentos e outras reflexões (por isso essa sequência de termos basicamente está articulada apenas ao termo central **tecnologia**). Há ainda outras sequências periféricas como **ambiental** ← **impacto** → **social**, que representam na rede enunciados localizados que citam possíveis impactos ambientais e sociais da tecnologia. No caso do impacto ambiental há algumas poucas considerações sobre a ação humana no ambiente, mediada pela tecnologia, citando o caso de extração de minérios e produção energética. Já o bigrama **impacto** → **social** é citado sem maiores aprofundamentos. Assim, como no caso da BNCC, o discurso que termina por ser privilegiado é o mais recorrente, que aparece representado na rede pela sequência **desenvolvimento** → **científico** → **tecnológico**, ligado à sequência **utilizar** → **conhecimento** → **científico** → **tecnológico**. Por exemplo, nos objetivos gerais para o ensino de Ciências Naturais aparece o seguinte enunciado:

Os objetivos de Ciências Naturais no ensino fundamental são concebidos para que o aluno desenvolva competências que lhe permitam compreender o mundo e atuar como indivíduo e como cidadão, utilizando conhecimentos de natureza científica e tecnológica (BRASIL, 1998, p. 32).

Logo após, citando as competências a serem desenvolvidas:

[...] identificar relações entre conhecimento científico, produção de tecnologia e condições de vida, no mundo de hoje e em sua evolução histórica, e compreender a tecnologia como meio para suprir necessidades humanas, sabendo elaborar juízo sobre riscos e benefícios das práticas científico-tecnológicas (BRASIL, 1998, p. 33).

Estudos recentes mostram que professores de Ciências não raramente desenvolvem algumas concepções compatíveis com o modelo linear (ver, por exemplo, Silva (2017) e referências citadas no trabalho). Ao longo do texto os PCN chamam a atenção para concepções ingênuas a respeito das relações CTS de forma mais frequente do que ocorre na BNCC. Porém, são apenas alertas, que sem maiores reflexões não os tornam mais eficientes do que alertas similares na BNCC. Como é relativamente fácil professores desenvolvem concepções mais ingênuas sobre relações CTS, é de se esperar que partes dos enunciados tais como utilizando conhecimentos de natureza científica e tecnológica ou compreender a tecnologia como meio para suprir necessidades humanas possam ter efeito em privilegiar concepções mais ingênuas sobre essas relações. Mesmo que enunciados potencialmente críticos (mas sem prover uma reflexão consistente) como sabendo elaborar juízo sobre riscos e benefícios das práticas científico-tecnológicas apareçam ao longo do documento. Ao não promover uma reflexão que fundamente um pensamento mais crítico a respeito das relações CTS, alguns enunciados podem privilegiar vozes que façam apologia da tecnologia e terminem por se aliar a aspectos centrais do modelo linear. O enunciado a seguir se enquadra nessa condição:

Ao longo do terceiro ciclo podem ser aprendidos os princípios operativos dos equipamentos, aparelhos, sistemas e processos de natureza tecnológica, especialmente aqueles presentes na vida doméstica e social dos alunos, de

maneira mais ampla e mais elaborada do que se poderia fazer nos dois primeiros ciclos. Mediante diversas investigações e enfoques, os alunos poderão identificar que diferentes tecnologias, recentes ou antigas, permitem as transformações de materiais e de energia necessárias a atividades humanas essenciais, como a obtenção de alimentos, a manufatura (cerâmica, vestuário, construção etc.), o transporte, a comunicação e a saúde (BRASIL, 1998, p. 78).

Por fim, podemos construir uma rede que permita analisar ressonâncias entre os dois documentos, ou seja, como os enunciados desses documentos se articulam no sentido de veicular vozes conjuntas. Uma forma eficaz de construir essa rede seria por meio dos bigramas comuns de ambas. Caso esses bigramas formem uma rede conexa, a análise da mesma pode identificar tais vozes (quais relações entre termos que os enunciados dos documentos privilegiam de forma conjunta).

Na Figura 4 está demonstrada a rede formada a partir dos bigramas comuns obtidos da BNCC da área de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental II e os PCN, considerando apenas bigramas com número de ocorrências maior ou igual a 4. Essa rede é a maior das componentes conectadas.

É bastante óbvio que a rede obtida é bastante coesa e conectada, permitindo identificar várias associações entre termos que evidenciam ideias comuns, que constituem vozes comuns sendo veiculadas pelos enunciados de ambos os documentos. Por exemplo, nessa rede não há um termo específico que seja Hub Global +, o termo mais central é **humano**, que é um Hub Global -. Isso ocorre porque esse termo está na categoria mais alta (5) do valor de *betweenness*, mas na segunda mais alta (4) de força do vértice. Assim, o termo **humano** é citado em diversos contextos distintos de ambos os documentos, porém não é o mais fortemente ligado

à rede. O termo mais ligado à rede é **ser**, um Hub Local. Olhado em contexto, os bigramas **ser** → **humano** e **ser** → **vivo** são os mais fortemente conectados. Além disso, o termo **vida** é um forte intermediador (termo Ponte), ligando contextos distintos, como mostram os bigramas **vida** → **terra** → **universo, saúde** ← **manutenção** → **vida** e outros. Isso indica que os enunciados de ambos os documentos privilegiam as Ciências Biológicas como área das Ciências da Natureza, tal como citado na análise dos discursos individuais de ambos os documentos.

Há também um certo alinhamento na importância dada à relação CTS, como se pode ver na sequência **ciência** → **tecnologia** → **sociedade**, ainda que tais relações sejam pouco detalhadas nos dois documentos. Ainda que nos PCN se chame mais atenção para a problematização de noções ingênuas sobre essas relações, em ambos os documentos há omissões que podem permitir ao leitor um alinhamento, mesmo parcial, ao modelo linear. A presença conjunta de associações em sequências como **desenvolvimento** → **científico** → **tecnológico e utilizar** → **conhecimento** → **científico** → **tecnológico** ← **solução** → **problema** indica que há enunciados que evocam a ideia (correta) de que a tecnologia pode ser benéfica e solucionar problemas cotidianos, mas sem a contrapartida crítica isso pode inadvertidamente abrir caminho para professores e alunos da educação básica se alinharem a vozes que veiculam aspectos centrais do modelo linear, que é bastante sedutor (SILVA, 2017).

Ciências da Natureza nos anos finais do Ensino Fundamental. Esse resultado não surpreende, e inclusive já havia sido apresentado por Antunes Jr., Cavalcante e Ostermann (2021), mas o que essa análise pode nos mostrar mais claramente é que um método estatístico bem estruturado aliado a bons referenciais metodológicos qualitativos pode fazer surgir resultados interessantes para pesquisas envolvendo a área de Ensino e/ou Educação em Ciências.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse capítulo teve como objetivo, mais do que reforçar o que foi apresentado por Antunes Jr., Cavalcanti e Ostermann (2021), exibir um novo tipo de método quantitativo interpretativo que articula a mineração de texto e a construção/análise de redes textuais com a análise bakhtiniana. Essa pesquisa, que faz parte dos estudos realizados em uma tese de doutorado (ANTUNES JR., 2022), objetivava, assim, mostrar que existe uma forte interação dialógica entre a BNCC e os PCN no que diz respeito às Ciências da Natureza no Ensino Fundamental II utilizando a dependência gramatical e a categorização de vértices analisadas a partir do *software R* (R CORE TEAM, 2015).

Percebemos que a BNCC se apresenta, em grande parte, como como revocalizadora de vozes dos PCN em aspectos como a centralidade de conteúdos e a visão de ciência, tecnologia e sociedade. Mas esse vínculo forte entre a BNCC e os PCN não é tão evidente em uma leitura literal dos documentos, porque os enunciadores, como mencionamos anteriormente, ao revocalizarem o discurso, usam novas formas de escrita e reinventam as vozes. É como se as mesmas vozes estivessem contidas no novo enunciado, mas com uma “roupagem” diferente. E é nesse sentido que o método quantitativo interpretativo que apresentamos nesse capítulo se faz útil.

Quanto aos resultados obtidos com esse método no escopo escolhido, nos cabe salientar que em ambos os documentos percebemos o forte alinhamento com as Ciências Biológicas em detrimento das outras áreas das Ciências da Natureza (como Física e Química, por exemplo). Isso pôde ser percebido quando observamos os vértices classificados como Hub Global + nas redes construídas e as ligações que surgem disso.

Quando voltamos o olhar para a visão de ciência, tecnologia e sociedade vocalizada e revocalizada nos documentos, percebemos que existiam fortes ligações que sugeriam que a ciência era dada como um suporte à tecnologia, o que sugeriu que os documentos se direcionam para a visão linear. Isso pôde ser percebido, principalmente, na relação estabelecida na BNCC: **criar** → **solução** → **tecnológico** ← **científico** ← **conhecimento** → **ciências-da-natureza** ← **problema** ← **resolver**; e nos PCN: **desenvolvimento** → **científico** → **tecnológico** ligado à sequência **utilizar** → **conhecimento** → **científico** → **tecnológico**.

Portanto, a análise de redes apresentada nesse capítulo pode e deve inspirar novas pesquisas na área de Ensino e/ou Educação em Ciências, principalmente vinculadas a análises de discurso.

AGRADECIMENTOS

Fernanda Ostermann agradece a bolsa de produtividade e o auxílio à pesquisa recebidos por parte do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Estevão Luciano Antunes Jr. agradece à CAPES pela bolsa de Doutorado concedida.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES JR., E. **Análise bakhtiniana articulada a redes textuais de documentos oficiais, planos de ensino e ementas na formação de professores de Física/ Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental II**. 2022. Tese (Doutorado em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2022.
- ANTUNES JR., E.; CAVALCANTI, C. J. H.; OSTERMANN, F. A Base Nacional Comum Curricular como revocalizadora de vozes dos Parâmetros Curriculares Nacionais: o currículo Ciência, Tecnologia e Sociedade na educação científica para os anos finais do Ensino Fundamental. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 38, n. 2, p. 1339-1363, 2021.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológico para que? **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1. 2001.
- BAHTIN, M. M. Speech genres and other late essays. Tradução de MCGEE, V. W. Aust/n: University of Texas, 1986.
- BAKHTIN, M. M. **Os gêneros do discurso**. São Paulo: Editora 34, 2016.
- BAKHTIN, M. M. **Questões de literatura e estética: a teoria do romance**. Editora Hucitec, 2002.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular** (3ª versão): Educação Infantil e Ensino Fundamental. *In*: EDUCAÇÃO, M. D. (Ed.). Brasília, 2017.
- BRASIL. LDB: Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**. Brasília, 1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm. Acesso em: 24 jul. 2020.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais 5ª a 8ª Séries** – Ciências Naturais. MEC: Brasília, 1998 Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>. Acesso em: 3 set. 2022.
- KOLACZYK, E. D.; CSÁRDI, G. **Statistical analysis of network data with R**. Cham: Springer, 2020.
- MAYBIN, J. Revoicing across learning spaces. *In*: HORNBERGER, N. H. (ed.). **Encyclopedia of Language and Education**. Boston: Springer, 2008. P. 837-848.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2015. Disponível em: <<https://www.R-project.org>>. Acesso em: 27 jul. 2022.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise dos pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2. 2000

SILVA, D. F. **Concepções sobre ciência e tecnologia de professores de ciências em formação continuada e seus planos de ensino**. (2017). 289 f. Tese (Doutorado) – Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

VOLOSHINOV, V. N. **Marxismo e filosofia da linguagem**: problemas fundamentais do método sociológico na ciência da linguagem. São Paulo: Editora 34, 2018.

WIJFFELS, J. **Udpipe**: Tokenization, Parts of Speech Tagging, Lemmatization and Dependency Parsing with the 'UDPipe' 'NLP' toolkit. 2022. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=udpipe>. Acesso em: 28 maio 2022.

3

Alan Alves-Brito
Anderson Oliveira
Luciano Slovinski
Kaleb Alho

ENCONTRO DE SABERES:

NOVAS INTERFACES DE PESQUISA EM ENSINO,
EDUCAÇÃO E DIVULGAÇÃO DE CIÊNCIAS FÍSICAS

INTRODUÇÃO

De acordo com a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), vinculada ao Ministério da Educação (MEC), a expansão e a consolidação da pós-graduação (mestrado e doutorado) em todos os estados da Federação devem “assegurar a existência de pessoal especializado em quantidade e qualidade suficientes para atender às necessidades dos empreendimentos públicos e privados que visam ao desenvolvimento do país” (NASCIMENTO; ARCANJO; FERREIRA, 2020). Do ponto de vista da descolonização (QUIJANO, 2000) para a refundação ética, racial e epistêmica das universidades brasileiras, os programas de pós-graduação são lugares estratégicos para a transformação social do país, sobretudo quando as questões étnico-raciais e de inclusão são levadas em consideração. Particularmente no caso do ensino, da educação e da divulgação de ciências, como a física e a astronomia, isso é ainda mais urgente, dado que, por vezes, essas questões são tratadas como de menor importância nessas duas áreas de investigação.

No caso particular do nosso Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (PPGEnfis) na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), considerado na última avaliação CAPES como um dos programas de excelência¹, o nosso Grupo de Pesquisa em particular, focado nas questões do ensino, da educação e da divulgação da astronomia no âmbito do PPGEnfis, tem buscado contribuir com discussões teóricas, metodológicas e epistemológicas inovadoras, não apenas focadas nas questões mais fundamentais da área, mas sobretudo criando novos nichos de investigação e discussão em que a educação antirracista em ciências (nas intersecções de classe, gênero e outros marcadores sociais) seja colocada no horizonte das possibilidades de atuação na área de Ensino em Física na UFRGS

1 Classificado com conceito CAPES 6 na Quadrienal 2017-2020. Os conceitos 6 e 7 da CAPES apontam alto padrão internacional de desempenho para programas de doutorado.

e para além dela. Entendemos que esse movimento é necessário, pois as questões de raça e do racismo² são centrais no ensino superior, na educação básica, nos espaços formais, não formais e informais de divulgação em ciências e, mais importante, eles são cruciais para a transformação social do país, levando em conta o fortalecimento e a garantia do estabelecimento pleno da democracia.

Historicamente, as ciências físicas, notadamente a física e a astronomia, têm contribuído para o chamado desenvolvimento científico e tecnológico da humanidade sintetizando, em vários momentos da história, a própria ideia de ciência com suas acepções e contradições históricas, teórico-metodológicas e epistêmicas (ANDERY *et al.*, 2012). É consenso científico que a física e a astronomia contemporânea reforçam, por um lado, as ideias perpetradas no chamado “milagre grego”³ e, por outro, a materialização da razão empreendida nos séculos XVII e seguintes, que nos brinda com a ideia fixa de que somente por meio da razão poderemos não apenas nos aperfeiçoar, mas também alcançar o progresso e o desenvolvimento pleno. A física e a astronomia têm, em conjunto, se articulado à noção de desenvolvimento forjada na Quarta Revolução Industrial (ALVES-BRITO, 2021a).

Para além disso, é flagrante nessas descrições cosmológicas (portanto, filosóficas) e hegemônicas do mundo, a hierarquização das sociedades (e dos espaços sociais) em que estas ciências se desenvolvem, de forma que o objetivo primeiro da razão forjada no âmbito do Iluminismo (ANDERY *et al.*, 2012) – *ethos* da física

- 2 O racismo é aqui definido como um perverso sistema de opressão e desumanização de corpos negros e indígenas com base na hierarquização destas pessoas em relação às pessoas brancas, com base na ideia de raça e de sua diferenciação biológica. Raça, no presente texto, tem significado sociológico e político. É tratada como uma categoria fundamental de análise para entender como se dão as relações sociais no Brasil, que garantem lugares de subalternização para indígenas e pessoas negras.
- 3 A ideia imbricada de que a cosmologia, no sentido filosófico, tenha se originado na Grécia, e que isso teria se passado de forma completamente única e sem precedentes na história da humanidade, colocando os povos gregos em lugar privilegiado do exercício contínuo do pensamento e da razão.

e da astronomia contemporânea – é permitir o progresso de civilizações tratadas como atrasadas, primitivas, em detrimento às sociedades mais desenvolvidas, consideradas “evoluídas” racionalmente. Ou seja, enquanto comunidades negras e dos povos originários são tratadas como primitivas, selvagens e/ou obsoletas, incapazes de articular a razão e o pensamento científico, as sociedades europeias (ou delas descendentes) são tratadas como superiores, baluartes da razão que liberta e traz virtude individual (moral) e política (cidadania) às pessoas. A desumanização de certos corpos (pessoas negras, LGBTQIA+⁴, indígenas e mulheres, por exemplo) é a base do pensamento e da extensão do poder plasmado no Projeto Colonizador Europeu⁵, sendo a escravidão seu sistema de produção econômico e projeto de sociedade estruturada pela hierarquização racial. Nesse sentido, o racismo é a tecnologia social do eurocentrismo, sinônimo do colonialismo (QUIJANO, 2000).

Passados alguns séculos desde a elaboração e a efetivação do Projeto Colonizador Europeu às terras hoje denominadas Américas, é notório o caráter ainda eminentemente colonizador que atravessa as experiências e as vivências teóricas, metodológicas e epistêmicas no campo da articulação das ciências físicas na perspectiva das ciências básicas. Infelizmente, a pesquisa, o ensino, a educação e a divulgação da física e da astronomia no Brasil não têm sido, nesse sentido, exceções. Elas têm sido marcadamente atreladas ao projeto hegemônico que reconhece o potencial epistêmico de colonizadores brancos europeus – e todas as suas interfaces de exclusão com base no gênero, na raça, na classe, entre outros marcadores sociais da diferença – em detrimento aos saberes que são construídos no chão dos territórios negros, dos povos originários ou daquelas e daqueles

4 Sigla para Lésbicas, Gays, Bissexuais, Travestis, Transgêneros, Queer, Intersex, Assexuados e outros/as.

5 Fazemos aqui referência ao encontro de 12 de outubro de 1492, entre os europeus (colonizadores) e os povos originários (colonizados), em que esses últimos já ocupavam as terras hoje denominadas Américas e já viviam a vida com o pensamento, produzindo conhecimentos.

localizados nas periferias do poder hegemônico (ALVES-BRITO, 2020; 2021a,b; ROSA; ALVES-BRITO; PINHEIRO, 2020). O encontro de séculos atrás entre os colonizadores e os povos originários ou entre os colonizadores e aquelas pessoas que foram escravizadas no continente africano e trazidas para o Brasil, não foi intercultural, baseado na lógica de troca pacífica e profícua de saberes. Ao contrário, o cenário é marcado por extrema violência material e simbólica.

Como podemos então superar esse paradigma? Como podemos construir plataformas de pesquisa, em programas de pós-graduação, que sejam capazes de encarar o ensino, a educação e a divulgação da física e da astronomia como efetivas tecnologias de desmantelamento do racismo e de outras formas de opressão perpetradas no Projeto Colonial e que estão, em última instância, atreladas à leitura branca, masculina e cis-heteronormativa do mundo?

O nosso principal objetivo nesse texto é apresentar algumas de nossas experiências, reflexões e ações junto ao PPGEnfis/UFRGS, ressaltando estratégias e resultados de investigação científica que têm buscado promover o encontro de saberes entre os conhecimentos científicos plasmados no projeto moderno e contemporâneo de ciência (particularmente da astronomia) e aqueles fomentados nas/com/pelas comunidades tradicionais, com ênfase para as comunidades negras, quilombolas, indígenas, ribeirinhas e periféricas, as quais lutam e resistem no país há muitos séculos. Novamente, entendemos, no presente trabalho, que a pós-graduação é um lugar privilegiado de fomento à pesquisa científica que deverá ter como preocupação fundamental as grandes questões do país, independente da área de atuação. E, certamente, o *racismo à brasileira* (MUNANGA, 2019) é ponto nevrálgico da discussão científica, educacional e cultural para pensarmos um outro projeto de país.

CONTRIBUIÇÕES DO GRUPO DE PESQUISA EM ENSINO, EDUCAÇÃO E DIVULGAÇÃO DA ASTRONOMIA DA UFRGS

Embora o PPGEnfis/UFRGS e o Departamento de Astronomia da UFRGS existam há décadas e, esse último, seja considerado um dos mais proeminentes e destacados departamentos científicos do país, vale destacar que somente recentemente, com a entrada de um de nós (primeiro autor) na composição docente permanente do PPGEnfis/UFRGS, é que a astronomia começou a fazer parte e a ganhar corpo, de forma sistemática e com profissional especializado na área, nos interesses de pesquisa do PPGEnfis/UFRGS. Além disso, vale destacar que a educação antirracista e as relações entre a pesquisa, a extensão e a divulgação científica passam a ganhar outro dinamismo no âmbito do PPGEnfis/UFRGS, tendo a astronomia como ciência básica fundamental para nos ajudar a construir o que denominamos “cosmologias racializadas” (ALVES-BRITO, 2021b).

A FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Uma das questões-chave de pesquisa em ensino, educação e divulgação do nosso Grupo é a formação inicial e continuada de professores para o ensino de astronomia. Embora a astronomia seja considerada uma das mais relevantes áreas de interesse entre as ciências básicas, configurando-se na CAPES como uma das áreas mais produtivas da comunidade científica brasileira, as pesquisas em educação e/ou ensino de astronomia não se afirmaram ainda como campo de pesquisa consolidado no país. No trabalho de tese recente, Luciano Slovinski realizou um diagnóstico aprofundado sobre a atual situação da área no país, tendo como foco principal a formação

inicial e continuada de professores de física e de ciências da natureza (SLOVINSCKI; ALVES-BRITO; MASSONI, 2021; SLOVINSCKI, 2022). O estudo foi estruturado a partir de quatro dimensões.

Na primeira, foi realizada uma ampla revisão da literatura, utilizando para isso métodos qualitativos e quantitativos de pesquisa que são pouco usuais na área de educação/ensino de astronomia, e mostrou que, mesmo não consolidada, a área de pesquisa em educação e/ou ensino de astronomia cresceu consideravelmente no Brasil, principalmente se considerarmos as duas últimas décadas. Na segunda dimensão do estudo, investigou-se como a astronomia insere-se no contexto da educação formal e não formal do Brasil, e como isso impacta a formação inicial e continuada de professores. Foram explorados, do ponto de vista metodológico, variados documentos oficiais da educação no país, buscando implicações presentes para o ensino de astronomia, bem como projeções futuras para a área. A terceira e a quarta dimensões do estudo apresentaram o diagnóstico da formação inicial de professores da área das ciências da natureza, com ênfase especial nas licenciaturas em física, na perspectiva do ensino de astronomia. A partir de um recorte dos anos de 2019 e 2020, foram examinadas as matrizes curriculares das licenciaturas em física, química, biologia e ciências naturais do Brasil quanto à presença de disciplinas de astronomia, relacionando as informações obtidas àquelas contidas nos dados do censo da educação superior. Foi ainda estimado o percentual de professores formados nesses anos que tiveram a oportunidade de cursar disciplinas de astronomia, onde notou-se que essas disciplinas estão mais presentes nos currículos formativos das licenciaturas em física e ciências naturais do que nas de química e biologia.

O estudo desenvolvido por Slovinski traz muitas implicações para a área, já que pela primeira vez se realizou um estudo tão detalhado da situação do ensino de astronomia no país, tendo como foco a produção em revistas, teses e dissertações, as disparidades

territoriais no oferecimento da disciplina, bem como no que diz respeito às interlocuções entre os avanços da área e suas acomodações com a legislação atual. Trata-se, portanto, de pesquisa crucial quando a disciplina de astronomia ganha peso na composição da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018) e o próprio entendimento do ensino de ciências passa, mais uma vez, a ser questionado (perspectiva disciplinar *versus* interdisciplinaridade). Além disso, os resultados de Slovinski são pertinentes, pois nos ajudam a ter o panorama dos saberes acadêmicos na área de astronomia que estão sendo articulados na comunidade científica. Este é um passo importante para o estabelecimento do diálogo entre diferentes sistemas de saberes.

Além disso, temos realizado, ao longo dos anos, variados cursos de formação continuada de professores tendo como foco questões teóricas, metodológicas e epistemológicas da ciência.

Destaca-se ainda a criação inovadora, no Instituto de Física da UFRGS, da disciplina *Educação, Pesquisa e Divulgação das Ciências para as Relações Étnico-Raciais e de Gênero*, em 2020, cujo conteúdo foi oferecido antes, em 2015, como *Tópicos de Física Moderna e Contemporânea II*, ambas disciplinas voltadas aos estudos das relações étnico-raciais, de gênero e suas intersecções nas ciências (exatas) em nível de graduação. Na graduação, vale ainda ressaltar o módulo *Astronomia nas Culturas e as Relações Étnico-Raciais e de Gênero nas Ciências*, oferecido desde 2022 para a disciplina *Explorando o Universo – dos Quarks aos Quasares*, que atinge cerca de 350 estudantes de variados cursos de graduação da UFRGS todos os semestres. Similarmente, parte desses conteúdos têm sido oferecidos, desde 2022, em nível de pós-graduação na disciplina *A Astronomia nas Culturas e a Educação para as Relações Étnico-Raciais e dos Povos Tradicionais*, de forma que essas disciplinas têm alcançado o objetivo de promover a discussão racial no ambiente das ciências exatas, nos programas de graduação e pós-graduação da UFRGS, articulando ensino, pesquisa e divulgação/extensão.

EDUCAÇÃO ANTIRRACISTA E INTERCULTURAL DA ASTRONOMIA

Uma das grandes contribuições do nosso Grupo ao campo da Educação em Ciência é, certamente, a articulação da educação antirracista em ciências, tendo a física e a astronomia como ciências principais. Do ponto de vista teórico e epistêmico, articulamos dois ordenamentos principais.

O primeiro, as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação das Relações Étnico-Raciais (DCNERER) (BRASIL, 2004), estabelece os fundamentos da educação antirracista no país. Em particular, ressaltamos as Leis 10.639/2003 (BRASIL, 2003) e 11.645/2008 (BRASIL, 2008), que alteram a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) (BRASIL, 1996) para incluir o estudo da história e da cultura africana, afro-brasileira e indígena em todos os estabelecimentos de educação do país, obrigatoriamente. Temos não apenas discutido os princípios teóricos, metodológicos e epistêmicos destas duas leis, como também temos criado, a partir dos resultados de pesquisa, estratégias para garantir que as instituições cumpram com seus deveres na implementação e acompanhamento das leis (ALVES-BRITO, 2022a).

O segundo ordenamento, as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Escolar Quilombola (DCNEEQ) (BRASIL, 2012a;b), traz as bases teóricas, metodológicas, epistemológicas e políticas para garantir os direitos das populações quilombolas do país, sendo o direito à educação *diferenciada* uma das principais lutas dos povos quilombolas.

Se, por um lado, os princípios perpetrados nas Leis 10.639/2003 e 10.645/2008 devem ser estruturais e estruturantes, em todos os cursos de graduação (licenciaturas e bacharelados) e pós-graduação, currículos acadêmicos e áreas do conhecimento, articu-

lando o ensino, a pesquisa e a extensão, os nossos estudos apontam que devemos fugir da ideia simplista das “temáticas” da Educação para as Relações Étnico-Raciais (ERER) ou dos seus “apêndices” em disciplinas esporádicas para apenas fazer constar.

Nesse sentido, o trabalho de tese de doutorado de Anderson Oliveira (em andamento) tem buscado estudar de forma aprofundada as dinâmicas envolvidas na articulação da Lei 10.639/2003 nos cursos de graduação em licenciatura em física do país bem como no programa de mestrado profissional em ensino de física e de astronomia. Oliveira, Alves-Brito e Massoni (2021) mostraram, por exemplo, que ainda que os cursos de mestrados profissionais (MPs), enquanto importantes políticas públicas de formação continuada de professores, sejam cruciais, os MPs em física e astronomia não têm contribuído para implementar os princípios das Leis 10.639/2003 e 11.645/2008. Somente cerca de 0,3% dos trabalhos analisados até 2019 (de um total de 1.262) tinham, como foco, a ERER. No seu trabalho de tese, Anderson Oliveira tem também utilizado a Teoria Crítica da Raça (ROSA; MENSAH, 2016; DELGADO; STEFANCIC, 2021) como importante referencial teórico-epistemológico que, em conjunto com as ideias de Michael Foucault (1926-1984) sobre as biopolíticas, têm sido usadas para interpretar os dados que estão sendo processados e analisados.

A dissertação de mestrado de Isadora Santos da Silva, fundamentada na Teoria Crítica da Raça, na Descolonização (QUIJANO, 2000), nas Teorias Feministas (HOOKS, 1995) e nos Estudos de Branquitude (BENTO, 2022), apresenta e discute as trajetórias acadêmicas de mulheres negras buscando entender as relações entre raça e gênero na física (SILVA, 2023).

Em 2018, também publicamos o primeiro trabalho voltado para a discussão ERER (perspectiva africana, afro-brasileira e indígena) do Caderno Brasileiro de Ensino de Física (ALVES-BRITO;

BOOTZ; MASSONI, 2018), uma das revistas de maior destaque na área. Trata-se de uma contribuição ímpar, pois além de trazer os fundamentos teóricos para a área, representa um caminho didático-pedagógico para ser discutido e ampliado por professoras(es) nas salas de aula, na educação básica e no ensino superior.

Em 2020, como parte de uma chamada nacional para apresentação de pesquisas aplicadas, concorrendo com mais de 600 projetos do país, estivemos entre os 15 selecionados, cujos resultados – livros, artigos, materiais didáticos e pedagógicos, documentários, jogos, recomendações para diversificadas instituições – estão sintetizados em um livro (ALVES-BRITO, 2022b) e dispostos eletronicamente⁶. O nosso projeto de pesquisa-ação colaborativa ganhador, *Zumbi-Dandara dos Palmares*, foi estruturado para estabelecer o encontro permanente de saberes entre áreas do conhecimento científico (humanas e sociais, linguagens, exatas, natureza) e sujeitos (professoras(es) da educação básica, pesquisadores(as), movimentos sociais, escolas e lideranças quilombolas, mestres e mestras dos saberes e gestores(as)). Foram usadas metodologias quantitativas e qualitativas de pesquisa na área, todas elas sendo experienciadas a partir de processos de humanização (no contraponto ao colonialismo que opera na lógica da desumanização), entendendo as pessoas quilombolas como sujeitas do conhecimento e da ação política.

O projeto de doutoramento de Kaleb Alho, em andamento, tem como eixo a educação em ciências intercultural com foco na astronomia nas culturas e no contexto de formação de professores em escolas ribeirinhas do estado do Amazonas. A pesquisa buscará investigar as relações entre o céu e a terra (astronomia cultural e o ensino de ciências – física e astronomia) no contexto de escolas rurais ribeirinhas da Amazônia a fim de apresentar uma discussão que aproxime e explore tais relações no âmbito da inter-

culturalidade (saberes e fazeres ribeirinhos). Tal aproximação deve ocorrer a partir de um estudo aprofundado acerca da influência do meio cultural na elaboração e construção de saberes físicos e astronômicos e sua discussão e prática nas aulas de ciências de escolas ribeirinhas amazônicas.

HISTÓRIA, FILOSOFIA, SOCIOLOGIA E ANTROPOLOGIA DA CIÊNCIA

Ao longo do percurso de pesquisa e das relações que mantemos entre esta, o ensino e a extensão, um dos nossos entendimentos é que para devidamente promovermos a educação antirracista em ciências por meio do princípio da indissociabilidade entre a pesquisa, o ensino e a extensão/divulgação, será preciso revisar a história das ciências e trazer as contra-narrativas para promoverem tensionamentos às suas narrativas hegemônicas. Aqui nos interessa, em particular, o combate ao epistemicídio promovido pelas ciências (ALVES-BRITO *et al.*, 2020; ALVES-BRITO, 2020; ROSA; ALVES-BRITO; PINHEIRO, 2020). Nesse sentido, utilizando metodologias usuais da área de pesquisa em história da ciência, trouxemos para o campo da educação em ciências a história notável de Cheikh Anta Diop (1923-1986), um dos maiores intelectuais do século XX, principalmente por suas contribuições para as ciências exatas no diálogo com outras áreas do conhecimento (ALVES-BRITO *et al.*, 2020), mas que foi invisibilizado e apagado da história da ciência.

Mais recentemente, Alves-Brito e Macedo (2022) aprofundam a ideia das contra-histórias, fazendo uma discussão ensaística sobre a história da ciência e da educação científica pelas perspectivas ameríndia e amefricana⁷, conceitos fundamentais para

7

Categoria político-cultural proposta por Lélia Gonzalez (1935-1994), que leva em conta a participação das mulheres na luta antirracista e incorpora dinâmicas culturais que reconhecem o papel dos povos originários e dos negros africanos para a construção de uma identidade étnica na América Latina.

a promoção da educação antirracista em ciências em tempos de conscientização política sobre os efeitos nefastos do racismo nas nossas subjetividades.

Em sua tese de doutorado, Patrese Coelho Vieira utilizou metodologias de história da ciência e teorias feministas para estudar em detalhes o papel de Cecilia Payne (1900-1979) na determinação da composição estelar (VIEIRA; MASSONI; ALVES-BRITO, 2021). Payne é considerada uma das mais notáveis cientistas de todos os tempos e, sua tese, a mais importante da história da astronomia. No entanto, o seu trabalho é ainda pouco conhecido nos sistemas de ensino e mesmo nos ambientes de divulgação das ciências físicas.

E, por fim, destacamos que questões filosóficas, sociológicas e antropológicas da ciência e, em particular, da astronomia têm sido debatidas em vários trabalhos recentes (ALVES-BRITO *et al.* 2020; ALVES-BRITO, 2021a; 2022b; LIMA; ALVES-BRITO; NASCIMENTO, 2022; ALVES-BRITO; ALHO, 2022). Destaque para uma profunda discussão teórica sobre o papel de uma antropologia antirracista na efetivação da educação escolar quilombola e na construção de uma identidade quilombola emancipatória – conferir o terceiro ensaio analítico do livro *Zumbi-Dandara dos Palmares* (ALVES-BRITO, 2022b).

DIVULGAÇÃO ANTIRRACISTA E INTERCULTURAL DA ASTRONOMIA

No que tange à nossa contribuição em termos de projetos de divulgação antirracista em ciências (astronomia) e em perspectiva intercultural, destacamos primeiro a marcante contribuição de estudantes de graduação do Instituto de Física da UFRGS e de outras

unidades da universidade. Até aqui, as questões de pesquisas articuladas no Grupo têm sido transpostas para as nossas estratégias de ensino e divulgação em ciências, e vice-versa, num ciclo de retroalimentação, entendendo o papel da divulgação científica (comunicação com as pessoas) para pensar a pesquisa e o ensino de forma crítica. De 2019 a 2022, produzimos oito livros que têm caráter de divulgação de ciências e, em alguns casos, dialogam com a literatura para ajudar a construir outros imaginários sociorraciais no país a respeito da cultura africana, afro-brasileira e indígena, começando com as infâncias. O mais importante aspecto a ser destacado é que toda a produção em livros é oriunda de profundo trabalho de pesquisa e ambos estabelecem diálogos entre os saberes acadêmicos-científicos e os saberes tradicionais das populações excluídas do projeto moderno e contemporâneo de ciência.

Apresentamos, na Figura 1, a capa dos oito livros. Vale destacar que o primeiro livro, *Astrofísica para a Educação Básica* (2019), um ensaio científico sobre a origem dos elementos químicos no Universo, mas sem perder de vista as questões históricas, filosóficas e epistemológicas da ciência, foi finalista do Prêmio Jabuti⁸ 2020 (*top 5*) na categoria Ensaio de Ciências. E, em 2022, pelo conjunto da obra, o primeiro autor do presente artigo (AAB) foi agraciado com o Prêmio José Reis⁹ de Divulgação Científica e Tecnológica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico Tecnológico (CNPq) na categoria Pesquisador e Escritor.

8 A mais destacada premiação da Literatura Brasileira.

9 O mais importante prêmio de Divulgação Científica do país.

Figura 1 – Livros de pesquisa, educação, literatura e divulgação em ciências produzidos no Grupo, de 2019 a 2022

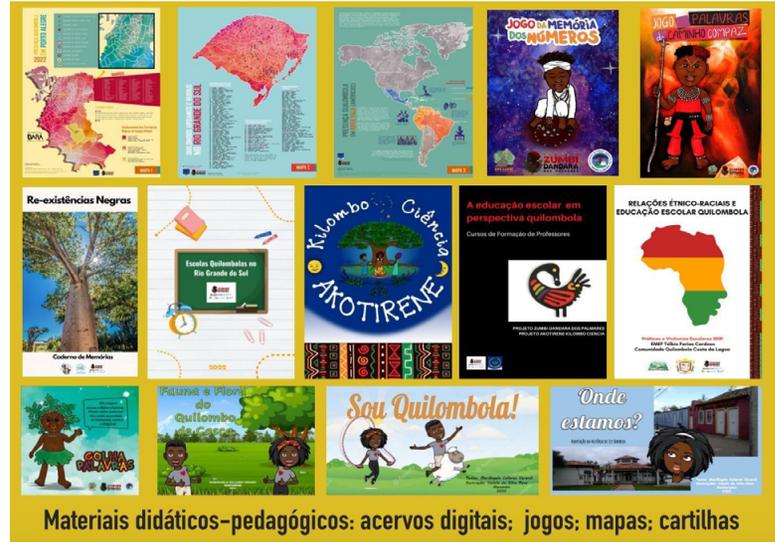


Conferir <https://www.ufrgs.br/zumbidandara/> e www.if.ufrgs.br/~aabruto para mais detalhes.

Fonte: elaborado pelos autores, 2023.

Na Figura 2 apresentamos alguns materiais didático-pedagógicos que foram recentemente produzidos. Os projetos de divulgação em ciências em curso bem como os materiais produzidos têm o objetivo primeiro de aprofundar, por meio de outras estéticas e poéticas, a categoria de pesquisa “cosmologias racializadas”. Temos trabalhado, nesse encontro de saberes, com as cosmologias de matriz europeia, as cosmologias africanas, afro-brasileiras e indígenas (ALVES-BRITO; ALVES, 2022), em que um outro viés de interculturalidade tem sido desenvolvido, em sinergia com os processos de de(s)colonização e contracolônização (SANTOS, 2015) que temos feito em astronomia nas culturas, um dos ramos da astronomia.

Figura 2 – Exemplo de materiais didáticos e pedagógicos (acervos digitais, jogos, mapas, cartilhas) produzidos com foco no diálogo entre os saberes



Fonte: elaborado pelos autores, 2023.

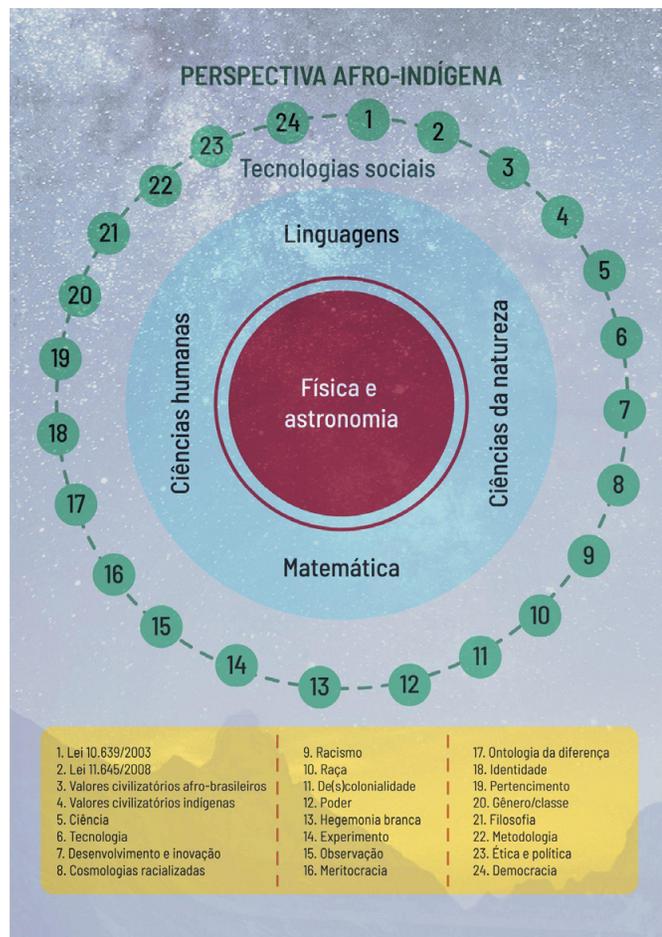
SOBRE OS ENCONTRO DE SABERES

A astronomia é considerada uma ciência complexa (ALVES-BRITO; CORTESI, 2021). Do ponto de vista do diálogo entre as diferentes culturas, as relações entre o céu e a terra precisam ser melhor debatidas em sala de aula e em outros espaços de educação e cultura científica. As nossas investigações em ERER têm nos mostrado como as alteridades de pessoas negras e indígenas são ainda subalternizadas nas ciências físicas (ALVES-BRITO; ALHO, 2022; e referências lá contidas). Nesse sentido, a nossa ideia principal

de pesquisa em educação em ciências é que a astronomia nas culturas (LIMA *et al.*, 2013), em uma perspectiva canônica apenas, não é suficiente para resolver os tensionamentos que podem aparecer quando distintas cosmologias precisam coabitar (e disputar) os espaços sociais.

A Figura 3 resume os principais aspectos que temos refletido quando levamos em conta o encontro de saberes (universitários, escolares, comunitários). Ela sugere que o encontro de saberes só será viável, e politicamente comprometido com a luta histórica das pessoas negras e dos povos originários, a partir do momento que considerarmos num outro patamar epistêmico a robustez das cosmologias africanas, afro-brasileiras e indígenas. E, por isso, a educação em ciências antirracista é tão necessária. Não teremos como promover o debate crítico sobre a vida e a realidade se não for por meio de uma ciência plena, comprometida com a transformação social do país, que passa pelo enfrentamento ao racismo. Não há como haver descolonização do jeito de ser e de viver das universidades sem o fortalecimento de um processo permanente de escuta sensível das demandas das comunidades em relação às nossas atividades de ensino, pesquisa e extensão/divulgação. Será preciso, assim, promover a diversidade epistêmica no ambiente universitário (graduação e pós-graduação), de forma que o nosso programa de pesquisa seja socialmente comprometido com a população brasileira.

Figura 3 – Encontro de saberes: física e astronomia em perspectiva afro-indígena. Para uma discussão detalhada de cada um dos 24 itens apresentados na figura, sugerimos a leitura de Alves-Brito (2022c)



Fonte: Alves-Brito (2022c).

Os nossos trabalhos de ensino, pesquisa e divulgação em ciências tendo como foco a astronomia têm sido realizados sem perder de vista a articulação entre os(as) pesquisadores(as), as comunidades e os movimentos sociais educadores (MUNDURUKU, 2012;

GOMES, 2017). Este aspecto é particularmente importante para que os discursos sobre descolonização ou mesmo sobre raça, racismo e gênero não se afastem em demasia das lutas históricas dos movimentos sociais. Se isso acontecer, os conceitos básicos acima destacados perdem, em nossa interpretação, o sentido de existência e de compromisso com a luta ancestral. Trata-se, portanto de ter em mente que os(as) pesquisadores(as) envolvidos(as) não podem simplesmente focar na produção de artigos, teses e dissertações: elas e eles precisam utilizar suas habilidades intelectuais para de fato mover as estruturas racistas que atravessam as nossas existências. Talvez essa seja a mais mobilizadora de todas as aprendizagens nos processos de pesquisa que operamos: as comunidades que estão em relação conosco são autônomas, formadas por sujeitos de direito, capazes de articular o pensamento (Figura 4).

Figura 4 - Registros das interações de pesquisa/ensino/divulgação em ciências coordenadas por nosso Grupo por meio da promoção do encontro de saberes em diferentes contextos culturais



Fonte: elaborado pelos autores, 2023.

Nota-se, assim, que a teoria sociológica de Pierre Bourdieu (1930-2002), a qual é acionada com frequência para explicar as relações sociais no campo da educação em ciências no Brasil e no mundo, sobretudo no ensino de física, não dá conta sozinha da complexidade em torno da ambiguidade raça-classe no país¹⁰. A noção de capital simbólico, social, cultural, político, militante e burocrático da obra completa de Bourdieu ganha, assim, contornos muito mais realistas e adequados da complexa dinâmica (anti) racista do país quando outras perspectivas socioantropológicas (MUNANGA, 2019) e pedagógicas (BRASIL, 2003; 2004; 2008; 2012) são levadas em conta.

A astronomia nas culturas (LIMA *et al.*, 2013) que, como já dissemos, é uma das áreas de investigação da astronomia moderna, é então retomada em seu papel histórico e epistemológico em sinergia com a luta antirracista e com os valores africanos e afro-brasileiros (ALVES-BRITO; ALVES, 2022; ALVES-BRITO; ALHO, 2022; ver também os livros apresentados na Figura 1).

Por fim, vale dizer que conceitos básicos como interculturalidade, educação antirracista, relações étnico-raciais e cosmologias racializadas – desenvolvidos ao longo das nossas publicações já citadas no presente texto – são articulados como processos de de(s)colonização e chaves de pensamento fundamentais para tensionarmos o conceito hegemônico de ciência e tecnologia e, mais importante, para nos ajudar a caracterizar as questões identitárias nas ciências físicas. Por definição, tanto a física quanto a astronomia estão inerentemente circunscritas na ideia de “identidade” – branca, masculina, cis-heteronormativa, cristã e bem-nascida. As ideias de neutralidade, objetividade, pureza e universalidade da ciência caem por terra quando as questões étnico-raciais são levadas em

10

Referimo-nos, aqui, ao fato de que no Brasil a dinâmica do racismo garante sua própria negação atribuindo à categoria classe a explicação mais contundente para a existência e a permanência das desigualdades sociais do país.

conta. Isso implica que outras formas de articular as metodologias e as questões de pesquisa são necessárias. Os processos da investigação e/ou interação dos resultados de pesquisa com as populações negras e dos povos originários ou com o público historicamente excluído, dão-se, em nosso Grupo, numa lógica de troca permanente de saberes, sem hierarquias ou sem o estabelecimento de assimetrias de poder nas relações dos programas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em síntese, a comunidade científica, particularmente no que concerne o ensino, a educação e a divulgação da física e da astronomia, não pode se abster das discussões centrais do país no que tange às questões étnico-raciais (em suas intersecções), pedagógicas, epistêmicas e cosmopolíticas que têm como foco, entre outras, as pessoas negras, indígenas, quilombolas e periféricas. Precisamos, em sinergia com os movimentos sociais, construir um outro programa de educação e divulgação em ciências em que novas subjetividades da educação, da comunicação e da divulgação científica possam ser estabelecidas no Brasil.

Temos buscado, no PPGEnfis/UFRGS, construir novas interfaces de pesquisa em ensino, educação e divulgação de física em astronomia que envolvem a articulação de referenciais teóricos, metodológicos e epistêmicos construídos a partir dos valores civilizatórios e das cosmologias africanas, afro-brasileiras e indígenas, em permanente diálogo com pessoas de diferentes origens étnicas, raciais, sociais e culturais.

Temos tentado, como uma contribuição marcante do nosso trabalho, criar protocolos de pesquisa e de divulgação que permitam, sem hesitações, o combate ao racismo epistêmico e institucional e a

elaboração de novas políticas públicas que possam pensar a educação básica, os museus, os planetários, os observatórios e os laboratórios de ciências a partir das cosmo percepções ancestrais negras e indígenas. Entendemos que os projetos *diferenciados* de educação em ciências (EEQ, ERER, educação escolar indígena, ribeirinha) tampouco podem ser alijados do sistema de conhecimento que é operado de forma hegemônica em universidades e escolas. A aproximação e as trocas interculturais devem ser não apenas estimuladas como vivenciadas, afinal todas e todos que compõem a sociedade brasileira deverão se esforçar no sentido de construir outras trajetórias de coexistência, física e epistêmica.

O nosso maior compromisso é assegurar, em nível de pós-graduação, que mais projetos de pesquisa possam ser desenvolvidos tendo como objetivo maior a articulação de saberes acadêmicos com os saberes ancestrais. Nesse sentido, o nosso maior desafio é evitar abordagens pautadas na pilhagem epistêmica. Além disso, devemos ficar atentos aos aventureiros e aventureiras que fazem uso da *descolonização* como ferramenta de colonização e invisibilização de intelectuais negros(as) e indígenas, bem como evitar pesquisas e posturas de pesquisadores(as) que não estão comprometidos(as) com as lutas políticas das pessoas em diálogo.

Os nossos estudos e projetos apontam, até aqui, que as relações raciais entre brancos e não brancos precisam ser aprofundadas e, em certo sentido, colocadas em perspectiva histórica, uma vez que o conceito de negritude (MUNANGA, 2019) perde o sentido sem o conceito de branquitude (BENTO, 2022). É fundamental que a comunidade científica na área do ensino, da educação e da divulgação das ciências físicas, áreas estas compostas majoritariamente por pessoas brancas, se racialize e se perceba no lugar dos espaços sociais que articula privilégios o tempo todo. Será preciso investigar como o sistema de branquitude explica em demasiado (i) a subrepresentação de pessoas negras e indígenas na física e na astronomia; (ii) a frágil autoeficácia dessas pessoas; (iii) e as relações assimétricas

de poder que são operadas nas ciências físicas, lugares de regime epistêmico simbólico potente no âmbito das ciências “globais”, que perpetuam desigualdades materiais e simbólicas no mundo do trabalho científico, nas universidades, nas escolas e nos outros espaços científico-culturais a partir da ideia sociológica e política da raça.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às fontes de financiamento dos vários trabalhos aqui relatados, vindos de agências públicas e privadas, nacionais e internacionais como a CAPES, o CNPq, a União Astronômica Internacional, o CEERT e os seus parceiros (Itaú Cultural/Social, Unibanco, Fundação Carlos Chagas), além do Consulado Britânico no Brasil.

REFERÊNCIAS

ALVES-BRITO, A. Cosmologias racializadas: processos políticos e educativos anti(racistas) no ensino de Física e Astronomia. **Roteiro**, v. 46, p. e26279, 2021b.

ALVES-BRITO, A. Cosmopolíticas: educação para as relações étnico-raciais nas ciências exatas. *In*: NUNES, C. *et al.* (org.). **A Escola de Educação Básica e a Educação para as Relações Étnico- Raciais**. 1 ed. Ceará: Parentes, 2022c, v. 1, p. 1-184.

ALVES-BRITO, A. Educação escolar quilombola: desafios para o ensino de Física e Astronomia. **Plurais Revista Multidisciplinar**, v. 6, n. 2, p. 60-80, 2021a.

ALVES-BRITO, A. O racismo institucional e a retomada da UFRGS pelos povos originários. *In*: ALMEIDA, L. (org.). **Racismo Institucional: o papel das instituições no combate ao racismo**. 1 ed. Porto Alegre: Editora dos Autores, 2022a.

ALVES-BRITO, A. Os corpos negros: questões étnico-raciais, de gênero e Suas intersecções na Física e na Astronomia Brasileira. **Revista ABPN**, v. 12, n. 34, p. 816-840, 2020.

ALVES-BRITO, A. **Zumbi-Dandara dos Palmares**: desafios estruturais e pedagógicos da Educação Escolar Quilombola para a promoção da equidade racial no Brasil do século 21. 1 ed. São Paulo: Pragmatha, 2022b.

ALVES-BRITO, Alan. O ensino de física e astronomia pela perspectiva afro-indígena. **Revista Ciência Hoje**, maio, n. 387, 2022c.

ALVES-BRITO, A.; ALHO, K. Educação para as relações étnico-raciais: um ensaio sobre alteridades subalternizadas nas ciências físicas. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 24, p. e37363, 2022.

ALVES-BRITO, A.; ALVES, A. M. A. **Cosmologias africanas e afro-brasileiras**: reflexões e estratégias didático-pedagógicas para professores e divulgadores de ciências. *In*: Sobre mais uma ideia para adiar o fim do mundo: reflexões do curso de aperfeiçoamento educação para as relações étnico-raciais na educação básica. JASKULSKI, C.; DA SILVA, M.C. (Org.). Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2022.

ALVES-BRITO, A.; BOOTZ, V.; MASSONI, N. T. Uma sequência didática para discutir as relações étnico-raciais (Leis 10.639/03 e 11.645/08) na educação científica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, p. 917-955, 2018.

ALVES-BRITO, A.; CORTESI, A. Complexidade em Astronomia e Astrofísica. **Revista Brasileira de Ensino de Física** (ONLINE), v. 43, p. e20200418-1-e20200418-18, 2021.

ALVES-BRITO, A.; MACEDO, J. R. A história da ciência e a educação científica pelas perspectivas ameríndia e amefricana. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 15, p. 400-417, 2022.

ALVES-BRITO, A.; MASSONI, N. T.; GUERRA, A.; MACEDO, J. R. Histórias (in)visíveis nas ciências. I. Cheikh Anta Diop: um corpo negro na física. **Revista ABPN**, v. 12, p. 282, 2020.

ALVES-BRITO, A.; MASSONI, N. T.; GUIMARAES, R. R. Subjetividades da Comunicação Científica: a educação e a divulgação científicas no Brasil têm sido estremecidas em tempos de pós-verdade? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, p. 1598-1627, 2020.

ANDERY, M. A. *et al.* **Para compreender a ciência**: uma perspectiva histórica. 16 ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2012.

BENTO, C. **O pacto da branquitude**. 1 ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2022.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 28 jan. 2023.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Institui a Lei de diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**. Brasília, 1996.

BRASIL. Lei nº 10.639, de 9 de janeiro de 2003. Inclui no currículo oficial da Rede de Ensino a obrigatoriedade da temática "História e Cultura Afro-Brasileira". **Diário Oficial da União**. Brasília, 2003.

BRASIL. Lei nº 11.645, de 10 de março de 2008. Altera a Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996, modificada pela Lei no 10.639, de 9 de janeiro de 2003, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para incluir no currículo oficial da rede de ensino a obrigatoriedade da temática "História e Cultura Afro-Brasileira e Indígena". **Diário Oficial da União**. Brasília, 2008.

BRASIL. Parecer CNE/CEB nº 16 de 2012. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Escolar Quilombola. **Conselho Nacional de Educação - CNE**. Brasília, 2012a.

BRASIL. Resolução nº 08, de 20 de novembro de 2012. Define Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Escolar Quilombola na Educação Básica. **Conselho Nacional de Educação - CNE**. Brasília, 2012b.

BRASIL. Resolução nº 1, de 17 de junho de 2004. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação das Relações Étnico-Raciais e para o Ensino de História e Cultura Afro-Brasileira e Africana. **Conselho Nacional de Educação - CNE**. Brasília, 2004.

DELGADO, R.; STEFANCIC, J. **Teoria Crítica da Raça**: uma introdução. Tradução de Diógenes Moura Breda. 1 ed. São Paulo: Editora Contracorrente, 2021.

GOMES, N. L. **O movimento negro educador**: Saberes construídos nas lutas por emancipação. São Paulo: Editora Vozes, 2017.

HOOKS, B. Intelectuais negras. **Estudos Feministas**, v. 3, n. 2, 464, 1995.

LIMA, F. P. *et al.* Astronomia Indígena: relações céu-terra entre os indígenas no Brasil: distintos céus, diferentes olhares. In: MATSUURA, O. T. (org.). **História da astronomia no Brasil**. v. 1, cap. 3. Recife: CEPE, 89, 2013.

LIMA, N.; ALVES-BRITO, A.; NASCIMENTO, M. M. Da Lei de Titius-Bode ao embate entre a Matéria Escura e a Dinâmica de Newton Modificada: uma trajetória epistemológica pela Astronomia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 44, p. e20210382-1, 2022.

MUNANGA, K. **Negritude, Usos e sentidos**. 4 ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2019.

MUNDURUKU, D. **O caráter educativo do movimento indígena brasileiro (1970-1990)**. São Paulo: Paulinas, 2012.

NASCIMENTO, Renato Carvalheira do; ARCANJO, Pedro; FERREIRA, Pablo Gabriel. **O Papel da CAPES e do Sistema Nacional de Pós-Graduação no Desenvolvimento Brasileiro: implicações do seu desmonte**. In: AFIPEA/ARCA (Org). Desmonte do Estado e Subdesenvolvimento: Riscos e desafios para as organizações e as políticas públicas federais, 2020. Disponível em: <https://afipeesindical.org.br/desmonte-do-estado-e-subdesenvolvimento-2/>. Acesso em: 28 Jan. 2023.

OLIVEIRA, A. C.; ALVES-BRITO, A.; MASSONI, N. T. Educação para as relações étnico-raciais no ensino de física e astronomia no Brasil: mapeamento da produção em mestrados profissionais (2003-2019). **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 14, n. 2, p. 305-330, 2021.

PINHEIRO, B. C.; ROSA, K. (org.). **Descolonizando saberes: a Lei 10.639/2003 no ensino de ciências**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2018.

QUIJANO, A. Colonialidad del poder, eurocentrismo y América Latina. In: LANDER, E. (ed.) **La colonialidad del saber: eurocentrismo y ciencias sociales. Perspectivas Latinoamericanas**. Buenos Aires: CLACSO, 2000. p. 201-246.

ROSA, K.; ALVES-BRITO, A.; PINHEIRO, B. C. S. Pós-verdade para quem? Fatos produzidos por uma ciência racista. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1440-1468, 2020.

ROSA, K.; MENSAH, F. M. Educational pathways of Black women physicists: Stories of experiencing and overcoming obstacles in life. **Physical Review Physics Education Research**, v. 12, n. 2, p. 020113, 2016.

SANTOS, A. N. B. **Colonização, quilombos: modos e significações**. Brasília: CNPq, 2015.

SILVA, I. **Raça e gênero na Física: Trajetórias acadêmicas de mulheres negras**. 2023. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – PPGEnfis, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2023.

SLOVINSCKI, L. **Um diagnóstico da pesquisa em ensino de astronomia no Brasil:** contribuições para a formação de professores da educação básica. 2022. Tese (Doutorado em Ensino de Física) –PPGEnfis, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2022.

SLOVINSCKI, L.; ALVES-BRITO, A.; MASSONI, N. T. A Astronomia em currículos da formação inicial de professores de Física: uma análise diagnóstica. **Revista Brasileira de Ensino de Física** (Online), v. 43, p. 1, 2021.

VIEIRA, P. C.; MASSONI, N. T.; ALVES-BRITO, A. O papel de Cecilia Payne na determinação da composição estelar. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, p. e20210028-1-e20210028-11, 2021.

4

*Neusa Teresinha Massoni
Claudio Rejane da Silva Dantas*

AVALIAÇÃO EXTERNA:

**UMA PRÁTICA NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA
COM MUITAS QUESTÕES EM ABERTO**

INTRODUÇÃO

A avaliação externa é uma prática cada vez mais comum na educação da maioria dos países do mundo, sendo utilizada como meio para averiguar e garantir a qualidade dos programas de ensino e o funcionamento das instituições de ensino. No entanto, ainda há muitas questões em aberto sobre o papel e a eficácia das avaliações externas no Brasil, como também em nível internacional. Neste texto, objetivamos refletir as características e o papel das avaliações externas da Educação Básica, e avaliar os desafios e oportunidades que elas apresentam para a educação. Para tanto, são analisadas fontes secundárias, como relatórios e estudos presentes na literatura sobre o tema, e resultados de entrevistas com profissionais do Ensino Público municipal de uma capital brasileira (coordenadores pedagógicos e professores de ciência). As entrevistas foram realizadas no âmbito de uma investigação que resultou em tese de doutorado na área da Pesquisa em Ensino de Física do segundo autor, que centrou na compreensão da avaliação da aprendizagem no ensino de Ciências e buscou dar voz a agentes escolares. No final, esperamos proporcionar um panorama mais amplo e aprofundado sobre avaliações externas educacionais e suas implicações para a área.

A AVALIAÇÃO EXTERNA EM NÍVEL INTERNACIONAL

Avaliações externas são processos que visam avaliar o desempenho de escolas públicas e privadas, universidades ou outras instituições de ensino; aferir a qualidade do ensino e dos programas oferecidos nessas instituições, bem como identificar oportunidades de melhorias. Podem ser realizadas por governos, agências de

financiamento ou organizações e instituições independentes. A importância de se refletir a avaliação externa deve-se às suas consequências nos sistemas de ensino, escolas, no trabalho dos professores e nos estudantes e, por conseguinte, na qualidade da educação. As avaliações externas podem incluir avaliações de desempenho dos estudantes, inspeções *in loco*, checagem de documentos e relatórios e outras técnicas. Em muitos casos pautam-se em testes de desempenho dos estudantes, um processo que tem sofrido críticas porque é uniformizador, e acaba por condicionar o que se pede e se espera das escolas e instituições de ensino. Um dos efeitos da uniformização é dar pouca oportunidade a que os professores reflitam os sentidos do trabalho educativo, planejem e discutam coletivamente novas estratégias avaliativas, com base nas especificidades das pessoas e dos contextos locais.

Terrasêca (2016) olha para as avaliações internacionais de larga escala (e.g., o *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS) e o *Progress in International Reading Literacy Study* (PIRLS), promovidos pela *International Association for the Evaluation of Educational Achievement* – IEA; e o *Programme for International Students Assessment* – PISA¹¹, promovido pela *Organisation for Economic Cooperation and Development* – OECD) e diz que embora os sites dessas organizações apresentem como principais objetivos oferecer aos governos informações sobre a performance de seus sistemas de ensino, uma busca mais atenta releva metas mais ambiciosas. Por exemplo, informar qual conhecimento é necessário

11 O PISA é uma avaliação internacional feita de forma amostral com alunos de 15 anos. O relatório (OECD, 2018, p.1) diz que "saber ler é essencial para uma ampla gama de atividades humanas – da capacidade de seguir as instruções de um manual àquela de compreender quem organiza, o que, quando, onde e por que de um evento; à capacidade de se comunicar com os outros por motivos específicos ou operacionais. O Projeto PISA reconhece que a tecnologia em contínua evolução tem mudado as modalidades de leitura e de troca de informações das pessoas: em casa, na escola ou em seu posto de trabalho. (...) Em resposta, os sistemas de educação estão integrando as competências digitais (de leitura) em seus programas de educação". Mais adiante o relatório diz: "Entre 2003 e 2018, Brasil, Indonésia, México, Turquia e Uruguai matricularam na educação secundária muito mais estudantes de 15 anos sem sacrificar a qualidade da educação oferecida (OCDE, 2018, p. 2).

para formar o “cidadão do futuro” eficiente, adaptável, competitivo; dimensionar o que é importante que ele conheça e seja capaz de fazer; como prepará-lo para que possa fazer estudos universitários em carreiras no campo de *Science, technology, engineering, mathematics* (STEM); determinar os sentidos da educação e a política educativa dos países à escala mundial, a atrelando à economia. Ainda que tais intenções não apareçam de forma clara, a autora diz que fica evidente a ausência de uma perspectiva participativa dos cidadãos na determinação de uma educação voltada para o exercício consciente da cidadania e para a transformação social.

Algumas pesquisas chamam a atenção para os perigos de programas de avaliação de larga escala. Apontam que em vez de diminuir o fosso entre os resultados obtidos pelos estudantes nas escolas, a competição inspirada no PISA, por exemplo, aumenta essa diferença, pois o investimento é feito nos estudantes que têm maior probabilidade de apresentar resultados elevados, deixando de lado os que mais precisam de atenção. Assinalam também que o PISA tem o efeito de condicionar os rumos das políticas públicas dos países participantes (CAMELO; TERRASÊCA; KRUPPA, 2015). Um exemplo, mas não o único, seria a Base Nacional Comum Curricular – BNCC no Brasil (BRASIL, 2018), que altera a Lei de Diretrizes e Bases – LDB (BRASIL, 1996), pois o novo documento centra as finalidades da Educação Básica em duas nomenclaturas: “direitos e objetivos de aprendizagem” e “competências e habilidades”. Na carta de apresentação, na abertura do documento, o Ministro da Educação diz que a BNCC “[...] influenciará a formação inicial e continuada dos educadores, a produção de materiais didáticos, as matrizes de avaliações e os exames nacionais [...]” (BRASIL, 2018, p. 5). Parece haver aqui uma redução dos sentidos da educação, que na Constituição Brasileira (BRASIL, 1988), no Art. 205 é definida como “A educação, direito de todos e dever do Estado e da família [...]”, para um direito de aprendizagens; aprendizagem padronizada, resultante de um ensino baseado em competências que visaria muito mais a adaptação ao

mercado de trabalho e às avaliações de larga escala (CORRÊA, 2022; RODRIGUES; PEREIRA; MOHR, 2021).

Nesse sentido das influências de organismos internacionais nas políticas educacionais, Rosa e Pereira (2023) em uma revisão de literatura argumentam que é possível identificar nas últimas décadas uma intensificação das políticas neoliberais (HARVEY, 2014¹²) adotadas por governos estaduais, no Brasil, assim como uma redução orçamentária de gastos públicos, a adoção de uma política de privatização e de diminuição do papel do Estado e uma “[...] governança baseada na eficiência e accountability, e a necessidade de parâmetros de referência da qualidade baseados em conhecimentos, habilidades e competências [...]” (ROSA; PEREIRA, 2023, p. 384).

As políticas neoliberais têm tido o efeito, cada vez mais, de difundir um novo tipo de gerenciamento nas instituições educacionais: avaliações metódicas em larga escala, determinadas à produção de dados quantitativos. Sob essa óptica normativa baseada na racionalidade do capital, as escolas e instituições educacionais devem ser passíveis de auditoria e avaliação, um processo que acaba por promover a disputa entre escolas, estas entendidas como empresas que competem entre si (LAVAL, 2019).

Para Rosa e Pereira (2023), esse cenário e racionalidade contribuíram a que as políticas de avaliação e controle dos sistemas de ensino ganhassem centralidade; as avaliações externas ganharam força, não raro sob a justificativa da melhoria da qualidade da educação.

12

Harvey (2014) aponta quatro fatos que geraram ruptura na história econômica, limitando o poder dos sindicatos e dando início ao processo de globalização: (1) a política monetária de Paul Volker em 1979 no Banco Central dos Estados Unidos (FED); (2) a eleição de Margaret Thatcher, em 1979, na Grã-Bretanha; (3) a eleição em 1980 de Ronald Reagan nos EUA, que apoiou as decisões de Volker; e (4) o início da liberalização da economia da China, por Den Xiaoping, em 1978. O neoliberalismo, como é chamada esta teoria das práticas político-econômicas, propõe que o bem-estar do indivíduo é mais bem desenvolvido pela liberação das liberdades e capacidades empreendedoras de cada um, fundamentada na propriedade privada, no livre mercado e na intervenção mínima do Estado.

Estados Unidos e Inglaterra são exemplos de países que passaram por grandes reformas, em que a avaliação foi utilizada como instrumento eficaz para produzir mudanças inspiradas na ideologia emergente (eficiência e *accountability*) “onde se fundem valores e interesses contraditórios de origem liberal e conservadora” (AFONSO, 2002, p. 32).

Sob a perspectiva das políticas educativas pautadas pela *accountability*¹³, Portugal adotou um sistema de avaliação institucional baseado em regras da lógica quantitativa, ditadas externamente e que a maioria dos países da União Europeia seguem (EUROPEAN COMMISSION/EACEA/EURYDICE¹⁴, 2015). Sousa e Pacheco (2019) analisaram o impacto e efeitos da Avaliação Externa das Escolas (AEE) no sistema educacional de Portugal, escutando docentes. Os entrevistados destacaram efeitos positivos da AEE, como a promoção de uma cultura de avaliação centrada na lógica transnacional de valorização dos resultados acadêmicos; desencadeamento de alterações organizacionais, pedagógicas e curriculares nas escolas, bem como a elaboração de documentos, a criação de cargos de liderança intermédia, e a modificação dos critérios de avaliação. Apontaram uma aceitação do modelo, com efeitos de legitimação. Porém, identificaram também posicionamentos críticos dos entrevistados à lógica da AEE, que gera um processo de “ossificação”. Isto é, os atores escolares tendem a agir em função do que é regulado pelo modelo, a autoavaliação é fortemente condicionada à AEE, se afastando de uma autoavaliação que leve em consideração as necessidades

13 *Accountability* é um modelo de prestação de contas, um exercício contábil de evidenciar o que realmente se trabalha na escola, e atribui um sentido realista à avaliação externa. Este modelo apenas tem utilidade na perspectiva dos vultuosos recursos financeiros mobilizados pelos governos nacionais.

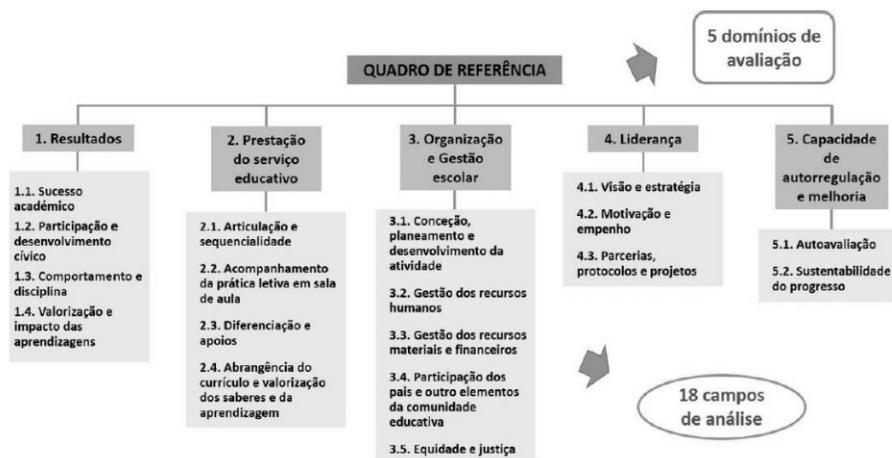
14 É de destacar que o último relatório Eurydice (EUROPEAN COMMISSION/EACEA/EURYDICE, 2022) coloca dois valores fundamentais aos sistemas de ensino superior da União Europeia: equidade e inclusão dos desfavorecidos e vulneráveis, migrantes e nascidos no estrangeiro. As avaliações devem monitorar se as instituições de ensino superior desenvolvem pelo menos uma estratégia relacionada a políticas de equidade e inclusão.

da escola e uma efetiva utilização social da avaliação. Seabra *et al.* (2021) ratificam que a AEE tem sido reconhecida, em Portugal, como um importante mecanismo de produção de mudanças nas escolas do ensino não superior, mas que essas mudanças nem sempre atingem o cerne da ação educativa – a sala de aula.

Outro estudo que enfocou a avaliação externa das escolas enquanto instrumento de melhoria da educação e de prestação de contas recolheu dados em Portugal e Inglaterra. Esses países, assim como a maioria da União Europeia, diferentemente do Brasil que centra a avaliação externa na aferição do desempenho alcançado pelos estudantes, baseiam sua avaliação na inspeção institucional, nos modos de funcionamento das escolas e nos resultados alcançados frente os objetivos que lhe foram atribuídos. O estudo concluiu, pela análise documental e de entrevistas com agentes escolares, que discursivamente a avaliação das escolas surge como um processo claro, abrangente e formativo, mas que sua concretização se afasta dessa concepção: a inspeção é enquadrada por documentos que estabelecem os domínios a avaliar, os critérios de avaliação e os seus descritores, a metodologia a adotar e, ainda, a classificação possível de obter e sua justificação (FIGUEIREDO; LEITE; FERNANDES, 2017). Para os entrevistados a avaliação externa assume visão redutora da educação, não contempla a complexidade e diversidade dos processos de ensino-aprendizagem, sobrevaloriza os resultados escolares dos alunos, carece de uma postura formativa; e desvaloriza os modos de trabalho pedagógico dos professores.

Portugal e Inglaterra pertencem à União Europeia e estão sujeitos às mesmas orientações políticas em educação. A figura 1 apresenta um quadro de referência da Inspeção-Geral da Educação e Ciência (IGEC), correspondente ao primeiro ciclo de avaliação externa de escolas e dá uma ideia da quantidade de domínios e de indicadores aferidos.

Figura 1 – Quadro de referência IGEC – primeiro ciclo de avaliação externa de escolas na União Europeia



Fonte: Figueiredo, Leite e Fernandes (2017, p. 11).

A avaliação externa nos países da União Europeia contempla também um segundo ciclo, que tem evidentes diferenças: nesse ciclo há uma diminuição e reorganização dos domínios e campos de análise. Porém, Figueiredo, Leite e Fernandes (2017) dizem que persiste nos seus quadros de referência um alinhamento com o discurso orientador veiculado pelos documentos legais para que a avaliação produza conhecimento útil sobre a realidade escolar em sua globalidade.

Em relação à Avaliação Externa Escolar (AEE) em Portugal, Albuquerque, Ferreira e Barreira (2020) mostram que houve diferenças nos modelos de AEE entre o primeiro ciclo (2006-2011), que contava com quatro níveis de avaliação (“Insuficiente”, “Suficiente”, “Bom” e “Muito Bom” – apoiados na ocorrência de pontos fortes e fracos), e o segundo ciclo (2011-2017), onde deixaram de existir vários descritores e indicadores existentes no primeiro ciclo. Duas escolas (E1 e E2) analisadas tiveram melhoria das classificações em várias dimensões,

mas a análise revelou debilidades entre as duas AEE. Além disso, da primeira para a segunda AEE foram mantidos, como pontos fortes, os resultados acadêmicos, as taxas de conclusão no final do terceiro ciclo do ensino básico e do secundário, e as médias das classificações obtidas em exames nacionais.

Amaral, Alavarse e Silva (2020) apresentam relatos de uma experiência em Moçambique de um modelo alternativo de avaliação externa, para que os resultados sejam utilizados por gestores e professores e colaborem para tomadas de decisão e para desencadear ações no processo pedagógico, com a valorização da conceituação, das condições e das características que uma avaliação da aprendizagem, externa ou interna, que deve se colocar como ponto de apoio para o sucesso de todos os alunos.

AVALIAÇÃO EXTERNA NO BRASIL

Pode ser útil começar esta subseção olhando para a avaliação praticada no interior das escolas. Em termos de avaliação das aprendizagens, de um lado temos no Brasil uma literatura robusta e políticas públicas avançadas que têm defendido, há décadas, uma avaliação qualitativa, processual e formativa; de outro, prevalece ainda uma prática avaliativa que privilegia a medição e a seleção de estudantes, bastante centrada em provas e testes (DANTAS; MASSONI; SANTOS, 2017). Este cenário guarda relação com a avaliação externa, também é prevista e regulada por políticas públicas.

No Brasil, a LDB prevê a necessidade da União “assegurar processo nacional de avaliação do rendimento escolar no Ensino Fundamental, Médio e Superior, em colaboração com os sistemas de ensino, objetivando a definição de prioridades e a melhoria da qualidade do ensino” (BRASIL, 1996, p. 4). Como consequência da lei, foi

criado o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (Saeb), consolidado na segunda metade dos anos 1990. O Saeb é composto por três avaliações externas: Avaliação Nacional da Educação Básica (Aneb), Avaliação Nacional do Rendimento Escolar (Anresc), conhecida como Prova Brasil, e Avaliação Nacional da Alfabetização (ANA). A Provinha Brasil é outro tipo de avaliação externa aplicada para alunos do segundo ano do Ensino Fundamental de escolas públicas brasileiras, visando investigar as habilidades das crianças em Língua Portuguesa e Matemática.

Em 1998 foi criado o Enem (Exame Nacional do Ensino Médio) com o objetivo de avaliar o desempenho dos estudantes do ensino médio e planejar políticas públicas educacionais. O Enem é realizado anualmente pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), e, em 2009, passou a ser utilizado como um critério de seleção para o acesso ao ensino superior no Brasil. Muitas instituições de ensino utilizam as notas obtidas no exame como um dos principais critérios de seleção para o ingresso em seus cursos de graduação.

Uma crítica relevante ao Enem, enquanto avaliação externa, é que o exame ganha o estatuto de finalidade da aprendizagem no Ensino Médio. Isto contribui para dissonâncias, demanda reflexão, e a pandemia da covid-19 descortinou a necessidade de busca de coerência entre necessidades, recursos e conhecimento.

De qualquer modo, esses programas são justificados, assim como o foram inúmeras avaliações externas internacionais, como sendo fundamentais para fornecer informações dos processos educacionais nas esferas públicas, tanto municipal como estadual, para conduzir políticas públicas de desempenho dos alunos (MACHADO, 2012).

Para RosaePereira (2023), um dos reflexos mais visíveis das avaliações externas, enquanto instrumento de regulação, implementação,

gestão e monitoramento das políticas públicas, com foco na melhoria da qualidade da educação, foi a criação de sistemas próprios de avaliação da Educação Básica nos Estados.

Como exemplo, São Paulo criou, em 1996, o Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (Saesp); o Rio Grande do Sul, em 2005, criou o Saers, inicialmente como uma avaliação piloto de forma amostral, com aplicação para o 3º e 6º Ano do Ensino Fundamental e o 1º ano do Ensino Médio, e a partir de 2007 foi aplicada anualmente. O Rio de Janeiro criou em 2000 o Programa Nova Escola (PrNE), tendo a avaliação externa como parte da estratégia e cujo primeiro ciclo ocorreu em 2000-2003. Minas Gerais tem o Sistema Estadual de Avaliação da Educação (SEAE). O Ceará por meio da Secretaria da Educação (SEDUC) criou, em 1992, o Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica do Ceará – SPAECE, que avalia as competências e habilidades dos alunos do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, em Língua Portuguesa e Matemática. Existem vários tipos de sistemas de avaliação externa nos estados, mas todos eles têm alguns elementos em comum: incluem a realização de exames padronizados, a coleta de dados sobre o desempenho dos alunos e das escolas, e a utilização de critérios específicos para avaliar o rendimento dos alunos e das escolas.

Os sistemas estaduais de avaliação junto com o Censo Escolar divulgam anualmente a meta a ser alcançada por escola. Tal procedimento pode restringir o conceito de “qualidade educacional” aos resultados observáveis e mensuráveis através de testes padronizados. Em outras palavras, a escola fica refém do fluxo e dos critérios de desempenho dos alunos para alcançar a meta estipulada. Essa lógica que faz com que as avaliações externas desconsiderem outros fatores de grande relevância, como a infraestrutura e condições de trabalho dos professores, o meio socioeconômico onde a escola está inserida, as condições familiares e o capital cultural dos estudantes, a ausência de formação continuada de docentes e gestores, a falta de

recursos financeiros, a merenda escolar inexistente ou precária etc. Muitos destes fatores extrapolam os muros da escola.

Um estudo das implicações da avaliação externa nas práticas de avaliação no processo ensino-aprendizagem entrevistou dez professores de duas escolas no Rio de Janeiro. Os resultados revelaram que, embora uma das escolas tenha alcançado as metas estabelecidas pela rede estadual e recebeu bonificação salarial para seus professores, há um engessamento das práticas avaliativas, com supervalorização de testes objetivos que reproduzem e até preparam os estudantes para as avaliações externas. Os resultados da pesquisa ratificam que há predominância de práticas avaliativas quantitativas sobre as qualitativas, e de um modelo essencialmente classificatório na avaliação escolar (ALVERNAZ; SOUZA; HENRIQUE, 2021), que é uma prática desalinhada às orientações para a avaliação das aprendizagens trazidas pelas políticas públicas das últimas décadas no Brasil, já apontado em Dantas, Massoni e Santos, 2017.

A percepção de um supervisor escolar entrevistado expressa como as avaliações externas no Brasil estão enviesadas por indicadores financeiros, deixando de fora muitos outros aspectos cruciais à escola, professores, comunidade e estudantes. Aponta também uma inversão de parâmetros, pois a distribuição de recursos parece privilegiar escolas mais bem avaliadas em detrimento das que mais precisam:

As avaliações avaliam uma parte do ensino, mas não indicam as condições para o professor trabalhar. Servem somente como medida para gerar orçamento da escola, tudo é para o lado do setor financeiro. Essas provas estão atreladas às condições escolares com a quantidade de aprovação. A bolsa escola estava ligada a isso, fazia parte do orçamento, e era boa porque obrigava o aluno a ir para escola se não a família perdia o dinheiro. Mas essas provas deviam indicar ou buscar mostrar a realidade das escolas e buscar recursos para a melhoria, melhorar a condição de trabalho, dar motivação para o aluno,

bolsas, até a qualidade da merenda, fazendo a escola ser um lugar bem prazeroso – e não dar a recompensa de acordo com a nota da escola, isso é ruim para todos [...] (CORREA; SANTOS, 2018, p. 2).

A avaliação externa também pode ter impacto na gestão escolar. Uma investigação junto a escolas da rede pública do Rio de Janeiro deu voz a avaliados e avaliadores e a uma representante da UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura); buscou identificar possíveis mudanças geradas pela avaliação externa estadual (no âmbito do Programa Nova Escola, de 2000, que continha cinco itens: prestação de contas, gestão da matrícula, integração com a comunidade, desempenho dos alunos e fluxo escolar) nos modos de pensar e praticar a gestão nas escolas. Para os pesquisadores, uma característica peculiar e bastante discutida do programa era o fato de conceder gratificações aos profissionais das escolas proporcionais ao desempenho delas. A análise das respostas indicou a percepção de que “o processo avaliativo não induziu mudanças significativas nas escolas, embora tenha conferido maior visibilidade aos seus problemas e estimulado maior reflexão, interna e externa, sobre as questões educativas” (ORLANDO FILHO; MARTINS SÁ, 2016, p. 288), nem determinou mudanças substantivas na interface entre a escola e a comunidade. O poder transformador da avaliação externa foi reduzido por um contexto complexo de condições de trabalho precárias, deficiência na formação de docentes e gestores, falta de recursos diversos e reduzido estímulo da administração educativa estadual. A investigação esclarece que apesar do programa estadual de avaliação externa do Rio de Janeiro, à época, não incluir nos seus objetivos declarados a comparação entre as escolas da rede e a organização de *rankings* de excelência, a realidade tais comparações e *rankings* foram realizados.

Esse aspecto é um enorme desafio e objeto de críticas ao sistema de avaliações externas em nosso país, dado que cada escola tem sua própria realidade que a construção de *rankings* de excelência

desconhece. Outro ponto que é reiterado nas avaliações externas é o conceito de “qualidade na educação”. A qualidade do ensino no Brasil é, em boa medida, interpretada à luz dos resultados de avaliações externas de larga escala. São elas que geram o IDEB (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica), indicador criado pelo Ministério da Educação para avaliar a qualidade da educação básica, sendo calculado a partir da média das notas dos estudantes em provas realizadas pelo Inep e a taxa de aprovação e de conclusão dos estudantes. A principal crítica ao IDEB é que, sendo uma nota que considera apenas o desempenho em provas padronizadas (Enem, SAEB) e o fluxo escolar, omite muitos outros fatores que incidem diretamente na qualidade (DANTAS, 2017), como formação dos professores, infraestrutura das escolas e participação da comunidade.

Moreira e Martins (2021, p. 1273) dizem que o controle de qualidade da escola na Educação Básica “[...] se trata de efeitos de uma concepção meritocrática na educação, moldada pela regulação do tempo e espaço escolar, com base em um currículo padronizado, cujo desempenho é monitorado pela avaliação padronizada externa à escola”. Processo que pode ser tomado como um reflexo das políticas neoliberais nos setores públicos: busca-se identificar a dimensão da qualidade como meta de desempenho dos estudantes em testes de larga escala, de Língua Portuguesa e Matemática, em detrimento das demais disciplinas do currículo ensinado na escola.

[...] a garantia de padrão de qualidade (BRASIL, 1988, 1996) se confirma em política educacional quando o MEC e o INEP esperam que os estudantes do 5º ano do ensino fundamental alcancem médias numéricas menores que os de 9º ano e estes alcancem médias menores que as atingidas pelos estudantes de 3ª ou 4ª série do ensino médio. Desse modo, o resultado torna-se um indicativo da qualidade da educação básica no Brasil, para a elaboração, monitoramento e aprimoramento de políticas educacionais [...] (MOREIRA; MARTINS, 2021, p. 1267).

O que ocorre é que em algumas instituições escolares o discurso de qualidade representa apenas uma pontuação capturada dos relatórios oficiais, sem as devidas reflexões sobre o trabalho pedagógico. Isto confronta com o entendimento de que “é de natureza da avaliação promover aprimoramentos institucionais, subsidiando-os com os dados da realidade que capturam e que disponibilizam para que os atores se engajem ativamente no processo de qualificação em curso” (SORDI, 2012, p. 164). Revela uma fragilidade e ausência de uma cultura de avaliação enquanto parte do trabalho pedagógico. Como consequência, os resultados da avaliação externa não pertencessem à escola. O padrão vigente não consegue envolver os professores que “poderiam compor um modelo de avaliação externa da aprendizagem associado à formação dos professores em avaliação educacional, destacando as teorias em torno da validade e da avaliação democrática” (AMARAL; ALVARSE; SILVA, 2020).

Dantas (2017) aponta que em sua revisão de literatura surgem considerações de que as avaliações externas possuem uma intenção oculta de transferência de responsabilidade para os professores e impacta diretamente suas práticas.

Todas estas questões, e outras mais não abordadas aqui mostram que a avaliação externa é pouco compreendida na escola, não resulta em melhorias do trabalho na escola, nos sistemas de ensino e nas práticas educativas, funciona mais para ranquear escolas e não cumpre seu papel constitucional de garantir a qualidade da educação.

ESCUTA A COORDENADORES E PROFESSORES DE CIÊNCIAS DA REDE MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE

Nesta seção trazemos alguns resultados de uma escuta sobre concepções e prática acerca das avaliações externas de dez coordenadores pedagógicos e dez professores de ciências de escolas da rede municipal de Porto Alegre, RS. A escuta foi realizada entre os meses de setembro a dezembro de 2015. Reiteramos que o estudo faz parte de uma pesquisa maior, de Tese de Doutorado em Ensino de Física, que objetivou de forma mais ampla investigar: procedimentos de avaliação da aprendizagem praticados na escola, onde se registraram certas negociações, acordos coletivos dos professores (e.g., PPPs, atas de planejamento etc.); relações entre a avaliação praticada na escola e o que estabelecem as orientações oficiais; avaliações externas e implicações do resultado destas na escola e no trabalho dos professores, em especial de Ciências; formação e atuação profissional dos professores de Ciências; avaliação na prática dos professores de Ciências.

Para fins deste texto centramos especialmente nos resultados referentes às concepções de coordenadores e dos professores de Ciências pesquisados sobre a avaliação externa e sua influência no espaço escolar.

Metodologicamente, priorizamos um processo de “escuta” atenta a esses profissionais da educação no cotidiano escolar. Assumimos o pressuposto de que a “escuta” poderia constituir uma fonte importante de evidências para trazer respostas sobre o que fazem os professores de Ciências em termos de avaliação, e indícios de suas próprias opiniões, e dos Coordenadores, sobre se as orientações oficiais e as ações escolares convergem. Também como percebem/percebiam o papel das avaliações externas, norteados pela seguinte

questão de pesquisa: *qual a concepção dos coordenadores e da escola sobre a avaliação externa e seu impacto na prática escolar?*

Os resultados sustentaram a seguinte categoria temática: nas escolas onde os alunos devem submeter-se a uma prova nacional, a avaliação formativa pode tornar-se puro treinamento para a avaliação certificativa final. A pesquisa foi conduzida sob a lente teórica sobre avaliação defendida pelo autor Philippe Perrenoud. Para ele as avaliações externas contribuem com o modelo de avaliação que investe na seleção e classificação dos estudantes, reforçando a construção de hierarquias de excelência nas escolas.

As entrevistas com Coordenadores e Professores e Ciências visaram, assim, explorar se as escolas realizavam avaliações externas, como elas se mobilizavam para se preparar para essas avaliações, quais eram as implicações dos resultados do IDEB no trabalho escolar e se existia alguma pressão de fora da escola para aumentar esse índice.

Obtivemos que todos os entrevistados revelaram que sua escola realizava a Prova Brasil e a ANA. Nenhum disse participar de exame internacional como o PISA.

Com relação à preparação para as avaliações externas e os impactos que elas exercem no cotidiano escolar disseram:

[...] a gente trabalha bastante os descritores da Prova Brasil. As notas, os resultados lá também, mas eu nunca me apeguei nos resultados não. **No IDEB, o que mais me chamou a atenção realmente quando comecei a ver a Prova Brasil são os descritores realmente que são ótimos né.** Dá um norte mesmo e nos qualificou (Coordenadora E).

[...] a gente procura trazer esses documentos [fala dos descritores] para os professores analisar[em] e para utilizarem no planejamento. Este ano como teve essa orientação e como tem Prova Brasil [...] **a gente fez**

um trabalho de simulado, no nono ano e quinto ano para também dar uma analisada de como é que eles estão (Coordenadora B).

Os professores de Português trabalharam em cima dos descritores. Trabalharam. **Levaram as provas e simulados, trabalharam em sala de aula** [...] os nossos **estudantes conseguiram se sair melhor um pouco**, aprender, entender todas aquelas questões que estavam sendo propostas nas suas disciplinas (Coordenadora G).

Existe essa mobilização [...] trabalha-se um pouco com os descritores né. Os professores principalmente da área, **Matemática e Português, trabalham bastante a questão dos descritores com atividades diferenciadas** (Coordenadora D).

Eu vou ser bem sincera contigo, **a gente não prepara porque a gente não acredita né, assim, que essa prova tenha todo esse peso** que ela tem, [...] que ela vá trazer algum retorno tão significativo para a escola. O que a gente faz? Bom, a gente tem que fazer, **não é de escolha, não é de iniciativa da gente, a gente tem que participar**. Então, bom, a gente já trabalha normalmente habilidades, competências né. [...] (Coordenadora E).

É um desafio para nós. Na nossa realidade é um grande desafio. Querendo ou não a gente se preocupa com isso, que afinal é uma avaliação externa né. **A gente faz o possível para que a gente não direcione demais a prática do dia a dia para isso né**, mas trabalhamos os conteúdos direcionados ao longo do ano (Coordenador I, informação verbal, grifo dos autores).

As falas das Coordenadoras/Coordenador revelam uma preocupação para com a realização da Prova Brasil e a preparação ocorre através do trabalho com os descritores disponíveis para as disciplinas de Português e Matemática. A Coordenadora E, diferente dos demais, revela que a escola não se centra no preparo dos estudantes para essa avaliação, pois não acreditam que seu resultado possa trazer retorno para a escola.

Com relação à concepção acerca dos valores dos IDEB:

[...] **Não é só a nota do aluno, a taxa de reprovação, de evasão, tudo isso gera aquele índice lá.** Então como a nossa escola é uma escola assim que reprova muito pouco, reprova pouquíssimo [...] (Coordenadora D).

[...] a avaliação do IDEB [...] o que **influencia nessa nota são vários fatores: o Censo Escolar, a aprovação, a evasão escolar**, isso influencia na média né, não é só a proficiência dos alunos (Coordenadora B).

[...] a gente acha que este ano vai diminuir, mas não é em função do rendimento, vai ser em função de alunos infrequentes. **Porque infrequência também baixa o índice de IDEB.** E a gente está percebendo que este ano, como uma coisa recorrente em todas as escolas, os alunos estão infrequentes [...] (Coordenadora D).

[...] **entra questão de frequência, o aluno é infrequente [...] e ela [a Prova Brasil] é pontual [...]** eu fico pensando assim: como eles teriam que acompanhar o estudante desde o início do ano? Ou considerar o trabalho da escola? Teria que ser pensado alguma coisa, mas a prova é pontual né, são levados em conta vários outros fatores (Coordenadora G).

[...] eu acho que ele não representa o todo da escola e da comunidade né porque, por exemplo, nós temos um bom índice de evasão (Coordenador I, informação verbal, grifos dos autores).

As Coordenadoras/Coordenador destacaram que a projeção do valor do IDEB não está restrita aos resultados dos desempenhos cognitivos dos estudantes que dela participam. Revelaram que para construção desse índice levam-se em consideração dados fornecidos pelo Censo Escolar: aprovações e reprovações da escola. As Coordenadoras D e G enfatizam que a infrequência é um problema que atinge todas as escolas.

A escuta revelou infrequência dos estudantes é um problema apontado por todos os entrevistados, pois implica diretamente na redução do valor do IDEB. A Coordenadora G e o Coordenador I acreditam que o valor do IDEB não representa a real situação da escola, e defendem que seria necessário pensar outra estratégia que considerasse o trabalho escolar.

Buscamos saber também sobre a discussão oficial da possível inserção da disciplina de Ciências na Prova Brasil. Todos os entrevistados enfatizaram que não participaram da aplicação experimental dessa prova realizada em 2013, mas defenderam que a entrada da disciplina de Ciências poderia complementar a Prova Brasil. Uma fala emblemática é a da Coordenadora B com relação a esse debate:

[...] teve algumas **escolas da rede que foram piloto na avaliação**. A nossa não chegou a fazer a de ciências. [...] **muito do que são, por exemplo, descritores em Português e Matemática perpassa pelos conteúdos de Ciências**. Também são habilidades e competências que o Professor de Ciências acaba trabalhando. Então não é especificamente conteúdo de Ciências que está sendo avaliado, mas muito do que tem como objetivo vai ser trabalhado também pelos professores (Coordenadora B, informação verbal, grifos dos autores).

Esta Coordenadora destaca a possibilidade da integração entre as disciplinas e defende que os descritores das disciplinas de Português e Matemática podem ser úteis também para apoiar o trabalho da disciplina de Ciências. Interpretamos que as Coordenadoras e o Coordenador reconhecem que a entrada da disciplina de Ciências na realização da Prova Brasil poderá complementar essa avaliação. A coordenadora B salienta que competências e habilidades já trabalhadas nas disciplinas de Português e Matemática também perpassam a disciplina de Ciências.

Em relação às pressões externas sofridas pelas escolas para aumentar seus indicadores, ou melhor, valores do IDEB, todas as

Coordenadoras e o Coordenador revelam a existência de pressão principalmente da mantenedora.

Da parte da Secretaria existe uma cobrança para a gente aumentar. Para a gente **não rodar aluno porque isso baixa a nota** (Coordenadora B).

Mais **vem é mais pressão dos órgãos, principalmente a SMED** que está sempre pressionando [...] a questão da infreqüência a SMED está sempre ali... oh... cobrando da gente (Coordenadora D).

Bom aí é que tá. **A gente recebe sim muita pressão da mantenedora** para se preparar para essa Prova Brasil. É bem iss. (Coordenadora E).

[...] o **município de Porto Alegre acompanha muito as escolas.** Eles têm reuniões com os Supervisores, com os Diretores, com os Orientadores mensalmente. Então todo mês tem reunião. [...] tem reunião com Bibliotecas. Então, assim, eles fazem acompanhamento com as escolas e **com esses acompanhamentos eles também querem o retorno, né** (Coordenadora F).

[...] a intenção é que subam esses índices. A nossa escola não está com índice muito bom, mas existe, digamos assim, a fala é sempre 'isso não é o mais importante', mas a gente sabe que é [...] digamos assim, **essa pressão existe, mas ela não é uma coisa assim, sabe...** imposta. Ela é assim 'ôh gente tem que fazer, vamos fazer'. **Não é aquela coisa assim imposta, mas tem a pressão sim,** a gente sente a pressão né! (Coordenadora G).

Existe. Não é uma pressão, aquela coisa de todo dia né e tal, mas existe. **Tanto é que nesse ano nós não avisamos os alunos, para que eles viessem porque a gente quer, a gente quer gerar o índice né.** Então, foi assim, nós sabíamos o dia, enfim, o horário dos professores, mas **os alunos não foram avisados para que a maioria estivesse em sala de aula para poder fazer a prova** (Coordenadora H).

[...] a gente recebe sim cobrança da mantenedora. A **gente recebeu neste ano, inclusive nas reuniões pedagógicas, a presença da assessoria da SMED trazendo os índices**, os resultados que a escola já teve, trazendo os índices né para trabalhar dentro do que é avaliado. Ciências eu soube que vai entrar (Coordenadora E, informação verbal, grifos dos autores).

Como pôde ser percebido nas falas, existe uma preocupação com o controle da infrequência dos estudantes nos dias de aplicação das provas externas. A Coordenadora H revela que resolveram não comunicar o dia de realização da Prova Brasil realizada nesse ano (em 2015). Justifica dizendo que se os alunos soubessem que iriam realizar essa prova não iriam para a aula; e essa ausência provocaria uma redução do índice. Acreditamos que a atitude dessa Coordenadora esteve associada à necessidade de uma participação maciça dos estudantes para realizar a Prova Brasil, que é acima de 80%.

A Coordenadora A expressou a opinião de que a obrigação da realização da Prova Brasil está associada a uma política de interesse econômico. Vejamos um trecho da fala.

[...] do meu ponto de vista a identidade da rede é uma identidade econômica [...] ah, o que se tem que fazer **para ganhar verba federal? ou verba do BIRD?** (Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento)? **Bom, tem que fazer a Prova Brasil, então se faz, sabe. A gente acaba correndo atrás de uma política econômica, mas mantendo as escolas minimamente funcionando** (Coordenadora A, informação verbal, grifos dos autores).

Todos os entrevistados apontaram que sofrem/sofriam pressões da Secretaria Municipal da Educação (SMED) para aumentar o IDEB. Destacaram também que existe uma política de capacitação oferecida pela Secretaria para apoiar as escolas em seu planejamento estratégico voltado para a preparação às avaliações externas. A obrigação de realização da Prova Brasil foi considerada pela Coordenadora A como uma política de caráter meramente econômico.

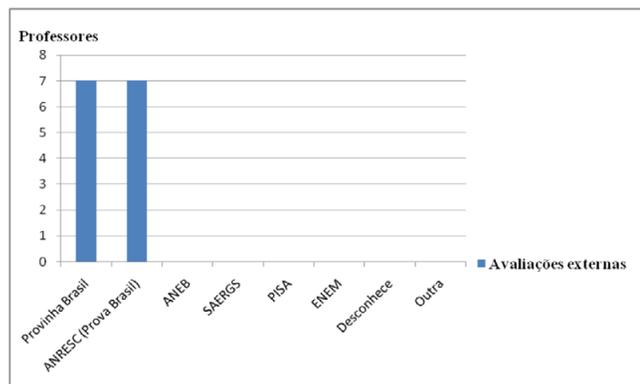
Como já informamos, na etapa final do estudo prospectivo aplicamos um questionário que foi respondido por pelo menos um(a) professor(a) de Ciências de cada uma das dez escolas visitadas. Tivemos também, nesse momento, oportunidade de ter uma conversa informal com esse(as) educadores(as). Participaram da pesquisa oito professoras e dois professores de Ciências (um profissional de cada escola). Ressaltamos que eram professores(as) que atuavam no último ano do Ensino Fundamental (9º ano-ciclo), ano em que era iniciado o trabalho de tópicos da Física.

Sobre o perfil, quatro desses professores estavam na faixa de 26 a 33 anos de idade, três entre 34 e 41 anos, um entre 42 e 49, um entre 50 e 57 e um tinha mais de 60 anos. Procuramos investigar a postura desses professores de Ciências com relação a: quais avaliações externas a escola participava; se essas avaliações influenciavam o planejamento de suas aulas; se existiam orientações para treinar os estudantes (preparando-os para as avaliações externas) e quais as implicações dos resultados dessas avaliações para o replanejamento das suas práticas didáticas.

Apresentamos uma lista de avaliações externas para que os(as) professores(as) assinalassem aquelas em que a escola participava e/ou preparava os estudantes para realizações futuras (por exemplo, para o Enem). O resultado é mostrado na Figura 2.

A Professora I não preencheu essa questão. Duas professoras (escolas C e F) marcaram que somente conheciam a Provinha Brasil. Dois professores (escolas J e A) apontaram somente ter conhecimento da Prova Brasil e os outros cinco professores marcaram conhecer as duas provas (escolas B, D, E, G, H). As informações sobre as avaliações externas confirmam a participação das escolas do Município de Porto Alegre na Prova Brasil e na Provinha Brasil.

Figura 2 – Conhecimento dos professores(as) de ciências sobre as Avaliações Externas de que participam as escolas



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

As respostas dos professores convergiram com os resultados revelados pelas Coordenações Pedagógicas nas entrevistas; denotaram que as escolas investigadas no estudo não participam das outras avaliações externas, nem mesmo da avaliação estadual SAERS¹⁵.

Apesar de sabermos que a Prova Brasil, que é realizada com estudantes do 6º ano e 9º ano, privilegia as disciplinas de Português e Matemática, perguntamos aos professores de ciências se dentro de suas disciplinas essa avaliação, de alguma forma, impactava sua prática. Somente quatro professores de Ciências destacaram que as avaliações externas tinham implicações diretas em seu trabalho. Vejamos extratos de suas falas.

Nas reuniões de planejamento coletivo e individualizado **as avaliações foram estudadas e debatidas procurando adequar o planejamento das aulas com a**

15

O Sistema de Avaliação do Rendimento Escolar do Rio Grande do Sul – SAERS surge através do decreto nº 45.300, de 30 de outubro de 2007, procura avaliar objetiva e sistematicamente a qualidade da Educação Básica oferecida nas escolas gaúchas. As escolas participantes são **da Rede Pública estadual**, urbanas e rurais (**independente do número de alunos**) e **escolas municipais e particulares** que optarem por participar (RIO GRANDE DO SUL, 2016, grifo nosso).

finalidade de melhorar os índices do IDEB etc. Procuo seguir as orientações para que todas as disciplinas participem da melhoria da qualidade de ensino (Professor B).

Procuramos organizar uma semana de provas com duas matérias em cada dia, com questões também de múltipla escolha aos moldes dessas avaliações externas (Professora D).

Embora essas avaliações refiram-se apenas à Matemática e Português, em minhas avaliações, **procuo fazer questões de múltiplas escolhas e que envolvam raciocínio lógico**. Assim, trabalho com questões de vestibulares adaptadas (Professora H).

Muito pouco. Eventualmente recebemos orientações da mantenedora para desenvolver avaliações parecidas, mas só isso (Professor J, informação verbal, grifos dos autores).

Menos da metade dos(as) professores(as) de Ciências escutados afirmaram que procuram ajustar seu trabalho docente para atender às expectativas da Prova Brasil e, assim, contribuir a melhoria do IDEB da escola (e.g., elaborando questões de múltiplas escolhas, e trabalhando o raciocínio lógico no modelo da avaliação externa).

Questionamos os docentes sobre se havia orientações de dentro, ou de fora, da escola para adaptarem seu planejamento à preparação dos estudantes para realizarem essas avaliações externas. Apresentamos alguns recortes de suas respostas.

Existem orientações de dentro da escola para que desenvolvamos as **competências e habilidades** (Professora A).

Não existe uma pressão, mas sim uma orientação e um estudo coletivo sobre as avaliações externas. O professor tem a liberdade de selecionar os conteúdos e estratégias na perspectiva de valorizar mais os aspectos formativos sem desprezar os aspectos somativos (classificatório) (Professor B).

Tivemos formações da SMED com os resultados dos outros anos e com sugestões para voltar o planejamento para isso (Professora E).

Sim. Eventualmente recebemos orientações da mantenedora para **desenvolver avaliações parecidas** (Professor J, informação verbal, grifos dos autores).

Destacamos a resposta da Professora A que alega que existem orientações no interior da escola para o desenvolvimento das competências e habilidades. Quatro dos professores escutados disseram que existem orientações e formações, de dentro ou de fora da escola, que orientam a que preparem os alunos à realização da Prova Brasil.

Com relação aos impactos dos resultados dessas avaliações para o trabalho do professor e para a imagem da escola respondem:

Os resultados das avaliações externas foram mostrados em reuniões com o coletivo de professores. Esses **resultados foram utilizados nas reuniões de planejamento, mas sem nenhuma pressão de utilizá-los nas práticas em sala de aula. Utilizo alguns descritores adaptados ao ensino de ciência** (Professor B).

Retornam com as formações nas reuniões para que se faça uma reflexão dos resultados, mas **não os utilizo** (Professora E).

Não utilizo. Essas provas avaliam apenas Português e Matemática. **Embora eu trabalhe a escrita tendo em vista que é um aspecto indissociável de qualquer outra disciplina** (Professora G).

Chega um relatório para a escola com o desempenho dos alunos. Os resultados são discutidos entre os professores, na maior parte das vezes informalmente. **Alguns tipos de questões me parecem muito bem formuladas. Eventualmente uso algumas como modelo** (Professor J, informação verbal, grifos dos autores).

Os(as) professores(as) pesquisados evidenciaram que os resultados das avaliações externas são discutidos nas reuniões. O Professor F destacou que se referenciava nos modelos das questões dessas provas. O Professor B apontou que considerava os descritores das disciplinas e a Professora G corroborou dizendo que “trabalhar a escrita dos estudantes” é de responsabilidade de todos os professores.

De maneira geral os professores de Ciências disseram que se engajavam em alguma medida na preparação dos alunos para a Prova Brasil, desenvolvendo em suas disciplinas ações direcionadas (e.g., descritores adaptados ao ensino de Ciências; incentivo à escrita; aplicação de questões parecidas às dos exames nacionais).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Identificamos que a Prova Brasil e a Provinha Brasil são as duas formas de avaliações externas mais conhecidas e aplicadas nas dez escolas investigadas, da rede pública de uma Capital brasileira. Os(as) Coordenadores(as) e Professoras e o Professor escutados não divergiram em relação às pesquisas da literatura quando às características das avaliações externas, que centram, em nosso país, exclusivamente no desempenho dos estudantes; dizem que esses exames pouco impactam na atividade docente, ainda que admitam existirem orientações e pressões para preparar os alunos e, assim, melhorar o IDEB.

Nesse sentido, os *rankings* de escolas baseados em avaliações externas (tipicamente o IDEB) podem ser problemáticos por vários motivos. Primeiro, eles podem ser enviesados por fatores que não refletem a qualidade da educação realmente oferecida pela escola. Por exemplo, uma escola com uma clientela socioeconômica

mais alta pode ter mais recursos e, portanto, obter melhores resultados em avaliações externas, mesmo que não esteja fornecendo uma educação realmente superior. Segundo, os *rankings* podem desencorajar a inovação e a criatividade, pois as escolas em geral se sentem pressionadas a se concentrar na obtenção de bons resultados em avaliações externas em vez de se preocupar em criar um ambiente de aprendizado realmente estimulante, e voltado aos interesses e contexto local.

Adicionalmente, os *rankings* podem ser usados de maneira incorreta para julgar a qualidade de uma escola. Por exemplo, os resultados de uma avaliação externa podem ser usados como o único critério para determinar se uma escola é boa ou não, ignorando outros fatores relevantes, como o ambiente de aprendizado, o envolvimento dos pais na educação de seus filhos, a formação dos professores, a cultura de cada região, as condições de trabalho, a satisfação dos estudantes. Em particular, na educação científica poderiam avaliar a existência de planejamento e de formação continuada dos professores de Ciências/Física, a inovação didática, a presença de equipamentos e infraestrutura de informática, de laboratórios e seu adequado uso, a articulação do ensino de Ciências/Física à educação para as relações étnico-raciais, a atualização curricular e o debate de temas atuais da Física Moderna na Educação Básica, a escolha e uso de novos materiais (e.g., ludicidade, jogos, simulações etc.), a articulação com outras áreas do conhecimento como Arte, Matemática, Química, Filosofia da Ciência, entre tantos outros aspectos profundamente discutidos na literatura contemporânea.

Pode-se concluir que há muitas questões em aberto, embora Bravo *et al.* (2022), em uma revisão de literatura que abrangeu o período 1997-2018, apontam que houve um aumento substancial de produções que tratam da avaliação externa em larga escala, a partir de meados dos anos 2000, também sobre diferentes dimensões da avaliação educacional, o que pode indicar um caráter de consolidação desse campo do conhecimento.

AGRADECIMENTOS

Claudio Rejane da Silva Dantas agradece a bolsa de doutorado e o apoio recebido da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes.

REFERÊNCIAS

AFONSO, A. J. Políticas educativas e avaliação das escolas: por uma prática avaliativa menos regulatória. *In*: COSTA, J. A.; MENDES NETO, A.; VENTURA, A. (org.). **Avaliação de Organizações Educativas**. Aveiro: Universidade de Aveiro, 2002, p. 31-37. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/55454>. Acesso em: dez. 2022.

ALBUQUERQUE, P. D.; FERREIRA, A. G.; BARREIRA, C. M. F. Interdependência entre domínios na avaliação externa para a melhoria dos “resultados” em duas organizações escolares. **Revista Brasileira de Educação**, v. 25, e250022, 2020.

ALVERNAZ, A.; SOUZA, N. M. P.; HENRIQUE, J. Avaliação Externa: implicações na avaliação escolar. **Estud. Aval. Educ.**, São Paulo, v. 32, e06778, 2021.

AMARAL, M. F. B.; ALAVARSE, O. M.; SILVA, F. A. o desafio da construção de um modelo alternativo de avaliação externa em larga escala da aprendizagem: um desafio, simultaneamente, conceitual, técnico e político como ponto de apoio para o sucesso de todos os alunos. **Olhar de professor**, Ponta Grossa, v. 23, p. 1-18, 2020.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular da Educação Básica**. Ministério da Educação, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf. Acesso em dez. 2022.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm . Acesso em: dez. 2022.

BRASIL. LDB: Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**. Brasília, 1996.

BRAVO, M. H. A. *et al.* Avaliação Educacional no Brasil: artigos acadêmicos de 1997 a 2018. **Estud. Aval. Educ.**, São Paulo, v. 33, e08681, 2022.

CARAMELO, J.; TERRASÊCA, M.; KRUPPA, S. M. P. A autoavaliação pode fazer diferença na qualidade da educação: conversando com John MacBeath. **Educação e Pesquisa**, n. 41, p. 1601-1615, dez. 2015. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1590/S1517-970220154100002>. Acesso em: dez. 2022.

CORREA, C. S.; SANTOS, L. M. O olhar dos professores sobre as avaliações externas e seus impactos nas práticas pedagógicas. **Revista Educação Pública**, v. 18, n. 21, 2018.

CORRÊA, T. M. **Movimentos da curricularização da extensão na formação docente no curso de Licenciatura em Física da UFSC**. 2022. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica. Universidade Federal de Santa Catarina, SC, 2022.

DANTAS, C. R. da S. **Avaliação no ensino de ciências no Nível Fundamental: investigando orientações oficiais e práticas docentes, fazendo "escuta" e intervenções em escolas**. 2017. Tese (Doutorado em Ensino de Física) – Instituto de Física. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017.

DANTAS, C. R. da S.; MASSONI, N. T.; SANTOS, F. M. T. dos. A avaliação no Ensino de Ciências Naturais nos documentos oficiais e na literatura acadêmica: uma temática com muitas questões em aberto. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação** [online], v. 25, n. 95, p. 440-482, 2017.

EUROPEAN COMMISSION/EACEA/EURYDICE. **Garantia da qualidade na educação**: políticas e abordagens à avaliação das escolas na Europa. Relatório Eurydice. Luxemburgo: Serviço de Publicações da União Europeia, 2015. Disponível em: [http://www.dgeec.mec.pt/np4/np4/%7B\\$clientServletPath%7D/?newsId=192&fileName=EC0414939PTN_002.pdf](http://www.dgeec.mec.pt/np4/np4/%7B$clientServletPath%7D/?newsId=192&fileName=EC0414939PTN_002.pdf). Acesso em: dez. 2022.

EUROPEAN COMMISSION/EACEA/EURYDICE. **Rumo à equidade e à inclusão no ensino superior na Europa**. Relatório Eurydice. Luxemburgo: Serviço de Publicações da União Europeia, 2022. Disponível em: <https://op.europa.eu/pt/publication-detail/-/publication/fa946919-b564-11ec-b6f4-01aa75ed71a1>. Acesso em: dez. 2022.

FIGUEIREDO, C.; LEITE, C.; FERNANDES, P. Avaliação externa de escolas: do discurso às práticas – uma análise focada em Portugal e em Inglaterra. **Meta: Avaliação**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 25, p. 1-31, 2017.

HARVEY, D. **O neoliberalismo**: história e implicações. 5. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2014.

LAVAL, C. A. **Escola não é uma Empresa**. 1 ed. São Paulo: Boitempo, 2019.

MACHADO, C. Avaliação externa e gestão escolar: reflexões sobre usos dos resultados. **Revista @mbienteeducação**, v. 5, n. 1, p. 70-82, 2012.

MIRANDA, N.; PEREIRA, S. O que a Pandemia nos Pode Ensinar acerca da Avaliação Externa das Aprendizagens? **Revista Internacional de Educación para la Justicia Social**, v. 9, n. 3e, p. 259-280, 2020.

MOREIRA, R. S. M.; MARTINS, W. A. Política de avaliação externa: o discurso da qualidade ou a qualidade do discurso? **REPOD - Revista Educação e Políticas em Debate**, v. 10, n. 3, p. 1263-1277, 2021.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **PISA 2018 Results**, Volume I, 2018. Disponível em: <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/854c085d-it/index.html?itemId=/content/component/854c085d-it>. Acesso em: dez. 2022.

ORLANDO FILHO, O.; MARTINS SÁ, V. I. Avaliação externa da gestão escolar do Programa Nova Escola do Estado do Rio de Janeiro: um estudo reflexivo sobre o seu primeiro ciclo de realização (2000-2003), passados quinze anos de sua implementação. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Rio de Janeiro, v.24, n. 91, p. 275-307, 2016.

RIO GRANDE DO SUL, **Sistema de Avaliação do Rendimento Escolar do Rio Grande do Sul - SAERS**. Secretaria Estadual de Educação do Estado do Rio Grande do Sul, 2016. Fonte: <http://www.saers.caeduff.net/o-programa/>. Acesso em 14 de Abril de 2016.

RODRIGUES, L. Z.; PEREIRA, B.; MOHR, A. Recentes Imposições à Formação de Professores e seus Falsos Pretextos: as BNC Formação Inicial e Continuada para Controle e Padronização da Docência. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, e35617, p. 1-39, 2021.

ROSA, S. B.; PEREIRA, M. S. F. Método de Melhoria de Resultados e avaliação externa: estratégias neoliberais na definição da qualidade educacional. **Revista Educação e Políticas em Debate**, v. 12, n. 1, p. 383-402, 2023.

SEABRA, F. *et al.* Supervisão Pedagógica na Política e na Prática Educativa: O Olhar da Avaliação Externa das Escolas em Portugal. **Arquivos Analíticos de Políticas Educativas**, v. 29, n. 106, 2021.

SORDI, M. R. L. de. A avaliação da qualidade da escola pública: a titularidade dos atores no processo e as consequências do descarte de seus saberes. *In: FREITAS, L. C. de. et al. Avaliação e políticas públicas educacionais: ensaios contrarregulatórios em debate.* Campinas: Edições Leitura Crítica, 2012, p. 157-169.

SOUSA, J; PACHECO, J. A. Avaliação Externa das escolas: lógicas políticas de avaliação institucional. *Estud. Aval. Educ.*, São Paulo, v. 30, n. 74, p. 536-556, 2019.

TERRASÊCA, M. Autoavaliação, Avaliação Externa... afinal para que serve a avaliação das escolas? *Cad. Cedes*, Campinas, v. 36, n. 99, p. 155-174, 2016.

5

*Bianca Vasconcelos do Evangelho Franco
Tobias Espinosa
Leonardo Albuquerque Heidemann*

EM BUSCA DE SENTIDO:

**INTERPRETANDO AS EXPERIÊNCIAS ACADÊMICAS
À LUZ DAS SUBFUNÇÕES DA AUTORREGULAÇÃO**

INTRODUÇÃO

Uma característica marcante da agência humana é que pessoas, mesmo submetidas a experiências muito semelhantes, podem reagir de modo muito distinto. Demonstrando essa complexidade do comportamento em um evento extremo, Viktor Frankl (1991), no seu clássico livro intitulado “Em busca de sentido”, relata que, diante das mais severas crueldades a que eram submetidos em um campo de concentração, alguns prisioneiros delatavam seus companheiros aos guardas, enquanto outros, a despeito de tudo, caminhavam para as câmaras de gás cantando hinos de louvor. O sentido da vida, segundo o autor, está no âmago das decisões dessas pessoas; a busca por uma razão de ser era central nas suas experiências. Nessa perspectiva, nossos valores, crenças e conhecimentos, que foram construídos por meio das nossas histórias de vida e que, portanto, são profundamente dependentes do nosso meio social, são permanentemente repensados e reorganizados de modo a atribuímos sentido ao que vivemos no presente. Dado que cada pessoa viveu situações distintas em suas vidas, o sentido das experiências humanas é subjetivo. É na interação entre as pessoas e as suas experiências que os sentidos são construídos; portanto, situações muito semelhantes podem ser interpretadas de maneiras muito distintas.

A forma como os estudantes interpretam as experiências acadêmicas é influenciada por suas crenças, valores e expectativas (BANDURA; JOURDEN, 1991; PRANKE; FRISON, 2017; HEIDEMANN; ESPINOSA, 2020). Como consequência disso, temos outro claro exemplo da complexidade humana, que ocorre quando analisamos as reações dos estudantes a uma experiência significativa na vida acadêmica de muitos graduandos: a reprovação. Influenciados por suas experiências prévias, alguns estudantes interpretam a reprovação como um fracasso, ficando desmotivados, enquanto outros, apesar da frustração, a encaram como uma oportunidade de

aprendizado e crescimento, encontrando um sentido positivo nela. O primeiro sentido pode levá-los à decisão de evadir, enquanto o segundo pode motivá-los a persistir nos estudos (MORAES, 2020).

A aprendizagem também depende do sentido atribuído aos conceitos e às situações (VERGNAUD, 1996). Desse modo, a aprendizagem precisa ser sistematizada pelo próprio estudante (VEIGA SIMÃO; FRISON; NONTICURI, 2015), pois a própria aprendizagem só tem valor na medida em que os conceitos passam a ter sentido, e esses sentidos são construídos a partir das experiências vivenciadas no âmbito acadêmico e social da universidade.

Cabe destacar que compreendemos o "sentido" como algo que está além do significado, abrangendo aspectos subjetivos, culturais e emocionais; trata-se da parte conotativa dos conceitos e das experiências (ABBAGNANO, 2007). Desse modo, o sentido está relacionado com a forma como os indivíduos reagem e refletem sobre suas ações e comportamentos, o que depende do contexto em que estão inseridos e de seus padrões pessoais. O significado de um conceito científico, por exemplo, é compartilhado por uma comunidade, mas o sentido que ele tem para cada pessoa engloba, entre outras coisas, o valor atribuído ao conceito, julgamentos sobre a pertinência da mobilização dele para enfrentar situações, assim como avaliações da pertinência dessas situações nas vidas das pessoas, o que demanda uma análise das próprias expectativas de vida delas. Reforçando esses aspectos, Bandura (2008), assim como Polydoro e Azzi (2008) argumentam que as capacidades de autorregulação e autorreflexão dos indivíduos são essenciais para a atribuição e apreensão de sentido, além de fazerem parte de um mecanismo interno e consciente denominado de autorregulação. Apesar de sua importância, não encontramos na literatura a utilização do conceito de autorregulação para investigar o sentido atribuído por estudantes às suas experiências acadêmicas.

Segundo Bandura (2008), a autorregulação consiste na capacidade do indivíduo de regular seu próprio comportamento. Ela opera por intermédio de três subfunções (ou subprocessos), por meio dos quais os indivíduos podem: monitorar (automonitoramento), avaliar (autojulgamento) e reagir/refletir (autorreação) sobre suas ações, visando alcançar seus objetivos.

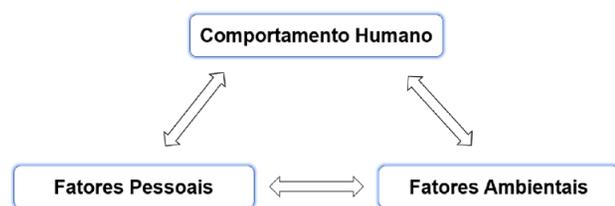
Assim, para atribuir sentido às suas experiências, os indivíduos mobilizam suas capacidades autorregulatórias de autoavaliação, autorreação e autorreflexão. Nesse contexto, podemos dizer que, ao atribuir sentido às experiências, os indivíduos passam por um processo autorregulatório. Entendemos que as subfunções da autorregulação, como dimensões analíticas, podem propiciar clareza na investigação de sentidos subjetivos no âmbito acadêmico.

No presente capítulo, buscamos demonstrar o emprego (e as potencialidades) das subfunções da autorregulação na investigação dos sentidos construídos pelos estudantes em suas experiências acadêmicas. Para tanto, abordamos na próxima seção a Teoria Social Cognitiva e a definição de autorregulação proposta por Bandura. Na sequência, apresentamos alguns exemplos dos resultados de um estudo sobre os sentidos que os estudantes atribuem às suas experiências de reprovação, refletindo sobre como os sentidos dados às experiências institucionais são importantes para a proposição de agendas de combate à evasão/fomento à persistência, assim como para mudanças curriculares e nos métodos de ensino, visando promover, dentre outras coisas, maior engajamento e motivação nos estudantes em cursos de graduação. Tais resultados são produto do primeiro estudo empírico do exame de qualificação da primeira autora. Por fim, expomos considerações e implicações dessa proposta para a pesquisa em Ensino de Física.

A AUTORREGULAÇÃO NA TEORIA SOCIAL COGNITIVA

No campo da Psicologia, há diversas abordagens teóricas que tentam explicar o comportamento humano. Algumas dessas teorias procuram entender o comportamento por meio de determinantes que atuam de forma unidirecional, isto é, o comportamento resulta de fatores pessoais e ambientais/contextuais, que não atuam de forma independente. Outras, denominadas como bidirecionais, consideram que o comportamento não é um processo causal, mas reconhecem que os fatores pessoais e ambientais/contextuais são interdependentes. Já Bandura, na Teoria Social Cognitiva (TSC), propõe a existência de uma reciprocidade triádica sintetizada na Figura 1.

Figura 1 - Interrelações entre os fatores da reciprocidade triádica



Fonte: Adaptado de Pajares e Olaz (2008).

Nessa perspectiva, o funcionamento humano é resultado da interação entre comportamentos (ações realizadas pelos indivíduos), aspectos pessoais (crenças, conhecimentos, expectativas dos indivíduos) e fatores ambientais/contextuais (acontecimentos que são externos à pessoa, isto é, que ocorrem ao redor dela) que atuam como determinantes recíprocos e interconectados.

Além da reciprocidade triádica, a TSC tem como elemento central a perspectiva da agência humana para o desenvolvimento, adaptação e mudança. De acordo com Bandura (2001; 2008), os indivíduos se tornam agentes à medida em que ativamente codificam

suas experiências adquiridas por meio da observação ou modelagem social e as utilizam para produzir novos comportamentos.

O funcionamento da agência humana pode ser explicado a partir de quatro características fundamentais: (i) intencionalidade (intenções, planos e estratégias de ações formadas pelo indivíduo com intuito de obter êxito em seus objetivos); (ii) antecipação ou pensamento antecipatório (previsão de resultados e consequências de ações, que possibilitam ao indivíduo direcionamento e motivação em seus comportamentos atuais); (iii) autorreatividade (ligada aos padrões pessoais dos indivíduos, que são utilizados para escolher e executar planos de ação adequados para o alcance de seus objetivos por meio de monitoramento e autorregulação das suas ações); e (iv) autorreflexão (reflexões do indivíduo sobre seus pensamentos, motivações, crenças e ações visando modificar, se necessário, seus comportamentos para obter sucesso em suas metas). Portanto, na TSC, o agente se comporta de modo ativo e intencional, autodesenvolvendo-se, monitorando-se, adaptando-se e refletindo sobre suas ações e objetivos, de modo a contribuir para sua própria motivação e autorregulação de suas ações rumo às suas metas.

Para Bandura (2008), os seres humanos são capazes de simbolizar experiências, antecipar resultados, além de serem planejadores, prognosticadores e autorreguladores de seu próprio funcionamento. Os agentes, por meio de sua capacidade antecipatória (isto é, previsão de resultados futuros) podem agir proativamente gerando discrepâncias ao estabelecerem metas desafiadoras para si. Ou seja, os indivíduos estabelecem objetivos a serem conquistados para si mesmos e passam a valorizar o que não possuem, mas desejam possuir. Essas discrepâncias fazem com que os agentes se coloquem em ação, regulando seus comportamentos para alcançar o objetivo almejado, e podem ser reduzidas a partir das autorreações dos indivíduos ao refletirem sobre suas ações e esforços para atingirem seus objetivos. Assim, de acordo com os estudos desse autor, a autorregulação consiste em um sistema de produção

de discrepâncias (proativo) juntamente com um sistema de redução dessas discrepâncias (reativo).

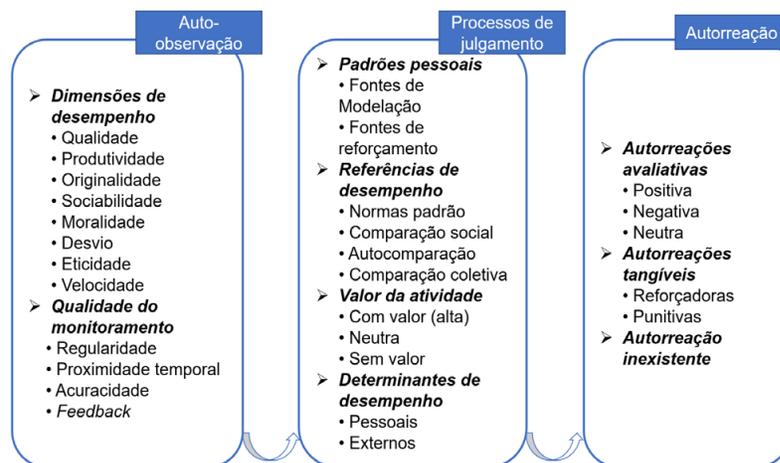
O autor define autorregulação como a capacidade que o agente tem de regular seu próprio comportamento, consistindo em um mecanismo interno consciente que governa o comportamento, os pensamentos e os sentimentos pessoais, tomando como referência metas e padrões pessoais de conduta, sendo composto por ações, sentimentos e pensamentos autogerados para atingir um objetivo (BANDURA, 2008; POLYDORO; AZZI, 2008). É importante destacarmos que a autorregulação não é uma habilidade inerente ao ser humano (ZIMMERMAN, 2000). As habilidades autorregulatórias são transmitidas socialmente por meio de modelagem e instruções e podem ser adquiridas e aprimoradas levando em consideração a qualidade e quantidade de processos autorregulatórios mobilizados, ou seja, quanto mais o agente modifica o que aprendeu, aplica essas aprendizagens em novas situações distintas e reflete sobre os resultados obtidos a partir de suas ações, mais aprimorados serão seus processos autorregulatórios.

Alguns autores, como Zimmerman (2000) e Rosário (2004), alinhados à Teoria Social Cognitiva e à definição de autorregulação propostos por Bandura, desenvolveram modelos autorregulatórios voltados para o campo educacional, denominados de autorregulação da aprendizagem. De acordo com Zimmerman (1986), a definição de autorregulação da aprendizagem está relacionada com a participação metacognitiva, motivacional e comportamental dos estudantes em seu processo de aprendizagem, isto é, envolve o gerenciamento de ações, pensamentos, emoções, bem como a adoção de comportamentos autorregulatórios de planejamento, execução e avaliação. Além disso, a autorregulação da aprendizagem coloca os estudantes de modo ativo no centro do processo de aprendizagem, impactando seu desempenho acadêmico. Assim, a partir de tais modelos, podemos investigar as percepções dos estudantes sobre a adoção de comportamentos autorregulatórios de planejamento, execução

e avaliação, bem como promover estratégias autorregulatórias que contribuam para o sucesso acadêmico.

A autorregulação também oferece condições de monitoramento, avaliação e controle do próprio comportamento, rumo aos objetivos pessoais, operando por meio de processos cognitivos subsidiários que incluem automonitoramento, julgamentos autoavaliativos e autorreações. Esses três processos são denominados de subfunções ou subprocessos da autorregulação (ver Figura 2) e ajudam a entender o comportamento autorregulatório, seja ele positivo, ou seja, que leva o indivíduo a alcançar seus objetivos, ou negativo, que o afasta de concretizar suas metas.

Figura 2 – Subfunções da Autorregulação



Fonte: adaptado de Bandura (2008) e de Polydoro e Azzi (2008).

A auto-observação é a primeira subfunção da autorregulação. Para que possam regular seu comportamento e suas ações visando alcançar seus objetivos, os indivíduos, inicialmente, necessitam observar como estão procedendo e em quais condições cognitivas e ambientais está ocorrendo o comportamento. A partir das

dimensões de desempenho (que serão utilizadas como referências pelos indivíduos) e da qualidade do monitoramento (precisão, *feedback* constante e temporalidade), os agentes podem monitorar e identificar seus próprios comportamentos. Cabe destacar que tal processo não se resume ao registro e observação de forma automática e mecânica. Como o comportamento varia em diversas dimensões (*e.g.*, produtividade do indivíduo; qualidade; originalidade), os indivíduos tendem a ter atenção seletiva, ou seja, focam em alguns aspectos de seus comportamentos que lhes tenha maior significado e sentido, enquanto ignoram variações em dimensões que julgam irrelevantes. Essa subfunção é importante, pois, quando os indivíduos têm clareza sobre o modo como o comportamento foi realizado, há o favorecimento do desempenho e o fornecimento de informações que serão utilizadas como referências nos processos de julgamento. Além disso, de acordo com Polydoro e Azzi (2008, p. 154), a auto-observação “serve a duas importantes funções no processo de autorregulação: prover a informação necessária para o estabelecimento de padrões de desempenho realísticos e avaliar as mudanças em curso do comportamento”.

Assim, munidos das informações obtidas por meio da auto-observação, os indivíduos avaliam seus comportamentos e ações, considerando para tal: (i) seus padrões pessoais; (ii) suas referências de desempenho; (iii) o valor da atividade, se ela é ou não significativa para eles; e (iv) os fatores determinantes de seu desempenho, ou seja, as causas que serão atribuídas a esse desempenho. Os padrões pessoais dos indivíduos se originam da apropriação, processamento e personalização de comportamentos, informações e padrões observados nas trocas sociais e comportamentais. Ou seja, ao interagir com outras pessoas e com aspectos ambientais, cada indivíduo observa, seleciona, modifica e extrai diferentes referências que serão utilizadas em seus processos de julgamento. Essas referências podem derivar de: *i.* fontes de modelação, isto é, desde pequenos aprendemos observando nossos pais, professores,

amigos, pessoas que estão mais avançadas que nós, que apresentem status social mais elevado ou que são competentes em uma área de nosso interesse; e *ii.* fontes de reforçamento, isto é, autorrecompensas e incentivos positivos visando a adesão de atividades valorizadas, assim como autocritica e incentivos negativos (punições) que serão aplicados a comportamentos julgados como indevidos.

Além disso, os indivíduos avaliam seus comportamentos levando em consideração o que eles esperavam de si mesmos, ou seja, tomam como referências de desempenho comportamentos anteriores para julgar os comportamentos atuais (autocomparação), assim como essas comparações podem envolver normas padronizadas, comparações com outras pessoas (comparação social) e com as realizações de determinados grupos (comparação coletiva). Bandura (2008) também destaca que é a autocomparação que fornecerá as medidas de adequação, haja vista que as ações e realizações anteriores influenciarão as avaliações atuais, especialmente por seus efeitos no estabelecimento dos padrões pessoais, pois "após se alcançar um determinado nível de desempenho, ele não representa mais um desafio, partindo-se para novos níveis de satisfação pessoal, muitas vezes com a busca de melhoras progressivas" (BANDURA, 2008, p. 52).

Os indivíduos também avaliam o valor das atividades. A partir dos padrões pessoais de cada indivíduo, as ações e atividades são julgadas como apropriadas, insatisfatórias ou neutras. Em geral, ações que atendem às expectativas dos padrões pessoais dos indivíduos, isto é, ações que são consideradas favoráveis e que geram recompensas e incentivos positivos tendem a ter maior valor, sendo consideradas apropriadas, enquanto ações que são consideradas inadequadas possuem pouco valor.

Outro fator que compõe a subfunção de autoavaliação é a atribuição causal, ou seja, os fatores considerados pelos indivíduos como determinantes de desempenho e de seus comportamentos.

De acordo com Bandura (2008), os indivíduos se orgulham de suas ações e conquistas quando compreendem que seu sucesso foi resultado de suas próprias habilidades e esforços (causas pessoais). Em contrapartida, não se sentem tão orgulhosos ou motivados quando associam seu desempenho a causas que não dependem deles (causas externas).

Por fim, após monitorar e avaliar suas ações, o indivíduo autorreage e reflete sobre seus comportamentos, podendo, por exemplo, se orgulhar de suas realizações (autorreação avaliativa positiva) ou, por meio de consequências autoadministradas (recompensas ou punições – autorreações tangíveis), mudar o curso de suas ações visando obter êxito em suas metas. De acordo com Bandura (2008, p. 52), “as reações pessoais também variam, dependendo de como as pessoas percebem os determinantes de seu comportamento”, ou seja, a atribuição causal impacta as reações dos indivíduos, de modo que julgamentos favoráveis resultam em reações avaliativas positivas, enquanto avaliações desfavoráveis geram reações negativas; e ações que são insignificantes ou sem sentido para o indivíduo não geram reações (autorreações inexistentes). O autor também destaca que a maior parte do comportamento é regulada por meio de reações autoavaliativas, isso porque os indivíduos tendem a realizar ações que gerem satisfação e apoio social, e evitam comportamentos que levem a desaprovação ou insatisfação.

O processo de autorregulação é cíclico e retroalimentado pela subfunção de autorreação. Ademais, para que haja mudanças autodiretivas que favoreçam a obtenção de metas pessoais, as três subfunções autorregulatórias devem ser ativadas, desenvolvidas, aprimoradas e mobilizadas.

Além disso, a capacidade dos indivíduos de avaliar, reagir e refletir sobre seu próprio comportamento e suas ações são primordiais para a atribuição e apreensão de sentido de suas experiências (BANDURA; AZZI; POLYDORO, 2008). Assim, podemos

inferir que, ao atribuir sentido às suas experiências, os indivíduos estão passando por um processo autorregulatório. Ou seja, os sentidos atribuídos pelos estudantes às suas experiências universitárias estão relacionados aos fatores cognitivos mobilizados por eles, isto é, seus subprocessos autorregulatórios de: (i) autoavaliação/auto-julgamento; (ii) atribuição causal (equivalente aos determinantes de desempenho); e (iii) autorreação.

Compreendendo o sentido como resultante da mobilização de subprocessos/subfunções autorregulatórias, a primeira autora deste capítulo, no primeiro estudo de sua tese de doutorado, analisou quais os principais sentidos atribuídos pelos estudantes de cursos de física (licenciatura e bacharelado) de universidades brasileiras às suas experiências de reprovação. Na próxima seção serão apresentados alguns resultados obtidos para ilustrar as potencialidades da análise de sentido através dos subprocessos autorregulatórios.

OS SENTIDOS DA EXPERIÊNCIA DE REPROVAÇÃO

Com intuito de compreender e analisar possíveis fatores que influenciam na decisão dos estudantes de evadir ou persistir, foi investigado: (i) quais os principais sentidos (resultantes da mobilização de subfunções autorregulatórias) atribuídos pelos estudantes às suas experiências de reprovação; e (ii) como a autorregulação da aprendizagem e o sentido atribuído à reprovação influenciam na intenção de persistência dos estudantes. Foram avaliadas as respostas de 140 estudantes de cursos de Física ou com ênfase em Física que responderam a um questionário on-line. Desses, apenas 65 já haviam sido reprovados. No presente capítulo, limitamo-nos a discutir alguns exemplos qualitativos dos resultados obtidos em relação ao sentido atribuído pelos estudantes às suas reprovações.

Para investigar esses sentidos, utilizamos quatro questões abertas que faziam parte de um questionário com 24 questões. A primeira delas perguntava: *"De forma geral, como você se sentiu quando foi reprovado? Comente detalhadamente sua resposta"*. Ela visava compreender como o mecanismo de autorregulação, em especial o subprocesso de autoavaliação, foi mobilizado durante a experiência de reprovação. Para investigar a atribuição causal realizada pelos estudantes acerca de suas reprovações, eles responderam *"Descreva, em detalhes, qual(is) a(s) causa(s) que você atribui à sua reprovação"*. A terceira questão propunha a seguinte indagação: *"De que forma a reprovação influenciou em suas ações/decisões/comportamentos/experiências no curso? Comente"*. Ela tinha como propósito investigar como os estudantes autorreagiram diante da experiência de reprovação. Por fim, propusemos uma questão de distribuição de pontos. Elencamos alguns fatores que podem ser considerados como possíveis causas das experiências de reprovação (e.g., escolarização pregressa deficitária; metodologia de ensino utilizada pelo professor inadequada; dificuldade para conciliar estudos com a vida profissional) com intuito de identificar quais deles mais se destacam na percepção dos estudantes.

Como mencionado anteriormente, compreendemos que o sentido é resultante da mobilização de subprocessos/subfunções autorregulatórios de autoavaliação, atribuição causal/determinantes de desempenho e autorreação. Assim, construímos categorias com base nas respostas dos indivíduos para cada uma dessas subfunções.

A partir da análise dos dados coletados sobre como os estudantes se sentiram/se avaliaram ao serem reprovados (autoavaliação), elaboramos sete categorias, dentre as quais podemos destacar, por exemplo: (i) incapacidade acadêmica (24,6% das respostas), referente a julgamentos de inaptidão/incapacidade de obter êxito na disciplina; (ii) incapacidade de pertencimento (10,7% das respostas), relacionada à avaliação de incapacidade de pertencer ou ter perfil adequado para participar do curso ou ser membro da instituição;

e (iii) injustiça (9,2% das respostas), associado a métodos e sistema de ensino injustos. Analisando as categorias relacionadas às autoavaliações, podemos identificar que todas apresentaram caráter negativo, o que indica que a experiência de reprovação, inicialmente, é considerada como algo negativo. Assim, se nos limitássemos a compreender o sentido atribuído às reprovações analisando apenas a subfunção de autoavaliação, não seria possível constatar algum sentido positivo. Todos os estudantes atribuiriam sentidos semelhantes à sua experiência, o que iria de encontro ao que observamos na literatura (MORAES, 2020; FRANKL, 1991), isto é, interpretações e atribuições de sentido distintas mesmo em situações semelhantes. Isso reforça a importância de uma análise multidimensional do sentido das experiências acadêmicas.

Os indivíduos como agentes, além de avaliarem seu comportamento, também reagem e refletem sobre suas ações. Por isso, foi analisado: (i) quais fatores foram determinantes, na perspectiva dos estudantes, dos seus desempenhos (*i.e.*, quais são os elementos causais das suas experiências); e (ii) o modo como eles reagiram à essa experiência (*i.e.*, que estratégias, ações/comportamentos, emoções e pensamentos foram ou não modificados, pelos estudantes, com o intuito de obterem êxito em seus objetivos).

Com relação à atribuição causal, tomamos como base categorias já propostas por Vincent Tinto, nosso referencial teórico sobre evasão (TINTO, 2012), assim como nos embasamos na reciprocidade triádica de Bandura, resultando em quatro categorias: (i) individual (30,7%), referente a causas pessoais (*e.g.*, fatores psicológicos e emocionais); (ii) externa (27,7%), relacionada a fatores externos ao indivíduo (*e.g.*, dificuldade de conciliar trabalho e estudo); (iii) comportamental (23,1%), concernente a causas que envolvem o comportamento dos estudantes em suas rotinas de estudos (*e.g.*, falta de uma rotina de estudos adequada); e (iv) institucional (18,5%), relativa a elementos formais e/ou estruturais da universidade e do curso de graduação (*e.g.*, avaliação e métodos de ensino).

Embora os indivíduos, ao avaliarem seus comportamentos e ações, considerem quais foram os determinantes de seu desempenho, isto é, atribuam causas para suas experiências, se focássemos apenas nessa subfunção, não seria possível identificarmos os principais sentidos, apenas levantaríamos hipóteses sobre quais elementos são mais recorrentes e merecem maior atenção ao protagonizarem as experiências dos estudantes.

Logo, para investigarmos os sentidos das experiências, torna-se importante não somente compreendermos como os estudantes se autoavaliam e quais as causas que atribuem a essas experiências, mas também identificarmos como eles reagem, modificando ou adaptando seus comportamentos a partir das autoavaliações realizadas.

Para a categorização da subfunção autorreação, identificamos cinco categorias, tendo como base o modelo de Zimmerman (2000). As categorias propostas envolveram reações comportamentais (*i.e.*, ações com implicações práticas, *e.g.*, adoção de estratégias didáticas; desconexão com o ambiente acadêmico e/ou futura profissão) positivas (35,4%) ou negativas (13,8%), e reações emocionais (*i.e.*, não envolvem, necessariamente, a realização de uma ação, *e.g.*, motivação para tentar novamente; vontade de desistir) positivas (24,6%) ou negativas (18,5%), além de construirmos uma categoria para as autorreações não identificadas (7,7%, *e.g.*, pessoas que não souberam ou não quiseram opinar). Novamente, cabe destacar que, se considerássemos somente a subfunção de autorreação para identificarmos o sentido atribuído às experiências, não seria possível, pois as autorreações, embora retroalimentem o processo de autorregulação, variam dependendo da percepção do indivíduo sobre os determinantes de seu desempenho e de acordo com as autoavaliações realizadas pelo indivíduo. Ou seja, os indivíduos constantemente estão avaliando seus comportamentos e ações, e reagindo a tais avaliações/julgamentos.

Como o sentido é produto dessas três subfunções (autoavaliação, atribuição causal e autorreação), agrupamos as categorias encontradas em cada subfunção por meio da análise de similitude. Esse tipo de análise segue um delineamento qualitativo, possibilitando ao pesquisador identificar a coocorrência entre palavras e o modo como essas palavras se conectam entre si. Para analisarmos essa coocorrência e interconectividade entre as palavras, é gerado no *software* figuras nas quais a espessura das linhas nos possibilita identificar indícios sobre a frequência de correlação entre as palavras, isto é, quanto maior a quantidade de vezes em que as palavras apareceram juntas, mais espessa será a linha que as conecta, enquanto linhas mais finas indicarão pequenas correlações (CAMARGO; JUSTO, 2013). Para realizarmos a análise de similitude, utilizamos o *software Iramuteq*¹⁶. Incluímos no *software* as categorias propostas para cada uma das subfunções (autoavaliação, atribuição causal e autorreação), o que nos possibilitou identificar alguns dos principais sentidos atribuídos pelos estudantes às suas experiências de reprovação.

O primeiro principal sentido observado foi denominado de “Dificuldade a ser superada”. Ele engloba um total de nove estudantes (13,8%) que, ao serem reprovados, se autoavaliaram como incapazes academicamente ou incapazes de pertencer ao curso, porém tiveram reações positivas que lhes possibilitaram superar essa avaliação inicial.

Outro principal sentido identificado denominamos de “Conformidade com a injustiça do sistema educacional”. Os quatro estudantes (6,1%) que compõem esse sentido se autoavaliaram como injustiçados e ficaram conformados de que não poderiam fazer nada para mudar essa situação, o que corroborou para a ocorrência de reações negativas.

16

Software gratuito e de código aberto que possibilita a realização de análises de similaridade em *corpus* textuais, entre outras funcionalidades. Disponível em: <http://sourceforge.net/projects/iramuteq/>.

Ao focarmos nas experiências de reprovação, que, de modo geral, são consideradas socialmente como “algo negativo, prejudicial”, foi possível identificarmos a influência dessa percepção social nos padrões pessoais que os estudantes utilizaram para se autoavaliarem ao vivenciarem essa experiência. Todas as categorias apresentaram um sentido negativo relacionado à incapacidade, fracasso em comparação com seus desempenhos no Ensino Básico, despreparo, entre outros. Com relação às causas atribuídas à reprovação, identificamos desde elementos individuais, até fatores institucionais, o que nos possibilita dispendermos esforços em ações e agendas propositivas que busquem minimizar o impacto desses fatores no desempenho dos estudantes. E, por fim, o sentido atribuído à reprovação ficou completo ao analisarmos a subfunção de autorreação, por meio da qual foi possível identificarmos que, ao reagir de modo positivo, os estudantes tendem a ressignificar essa experiência, passando a atribuir e apreender sentidos positivos dessas vivências. Em contrapartida, estudantes que reagem de modo negativo, isto é, se desmotivam ou se desconectam do curso e/ou instituição, tendem a atribuir e apreender sentidos ainda mais negativos às experiências de reprovação.

Portanto, o emprego e as potencialidades das subfunções da autorregulação na investigação dos sentidos atribuídos pelos estudantes às suas experiências acadêmicas ficam evidentes ao analisarmos o agrupamento das categorias das subfunções. Por meio de tal análise foi possível identificarmos os principais sentidos que os estudantes atribuíram às suas experiências de reprovação de um modo mais completo, investigando como foi realizada a autoavaliação (*i.e.*, como ele(a) se sentiu ao saber que havia sido reprovado(a)), quais fatores/causas foram determinantes de seu desempenho (*i.e.*, quais elementos ele(a) atribui como causa dessa reprovação), e quais foram suas reações (*i.e.*, de que modo os estudantes reagiram ao vivenciarem a experiência de reprovação; que ações e estratégias foram, ou não, adotadas visando modificar essa situação).

Ou seja, por meio das subfunções, investigamos e analisamos todo o processo de reprovação, desde o modo como ela é percebida, até as estratégias, ações, comportamentos, emoções que estão envolvidas nesse processo e que foram cruciais para mudanças autodiretivas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de a maior parte dos estudos sobre autorregulação, no campo educacional, se centrar em identificar e promover o desenvolvimento da habilidade autorregulatória dos estudantes para alcançarem seus objetivos acadêmicos (*e.g.*, FRISON *et al.*, 2015; SALGADO; POLYDORO; ROSÁRIO, 2018), o modelo proposto por Bandura também se revela útil para analisarmos os sentidos das experiências acadêmicas vivenciadas pelos alunos, como demonstramos neste capítulo. Mais especificamente, defendemos que é possível avaliar os sentidos das experiências acadêmicas a partir das subfunções da autorregulação, isto é, por meio da autoavaliação, atribuição causal/determinantes de desempenho e autorreação.

Para exemplificar nossa proposta, apresentamos resultados parciais de uma pesquisa realizada com 65 estudantes de graduação em Física que vivenciaram a experiência acadêmica de reprovação. Os resultados, obtidos através da análise das respostas dos participantes a um questionário, demonstraram que os estudantes atribuem diferentes sentidos às suas reprovações. Algumas das categorias encontradas para a subfunção de autoavaliação incluem a percepção de incapacidade acadêmica, de incapacidade de pertencimento e de injustiça. Para a subfunção de atribuição causal, as categorias incluem fatores individuais, externos, comportamentais e institucionais. Já as categorias encontradas para a subfunção de autorreação incluem reações comportamentais (positivas ou negativas), reações

emocionais (positivas ou negativas) e autorreações não identificadas (quando os indivíduos não souberam ou não quiseram opinar).

Ao analisarmos as três dimensões em conjunto, destacamos dois grupos principais de estudantes: aqueles que, apesar de se autoavaliarem negativamente, reagiram de maneira positiva para superar suas dificuldades, resignificando a experiência de reprovação e passando a atribuir e apreender um sentido positivo dessa experiência; e aqueles que se sentiram injustiçados e ficaram conformados com a situação, reagindo de maneira negativa e atribuindo e apreendendo um sentido ainda mais negativo dessa vivência. Além disso, ao analisarmos essa experiência à luz das subfunções da autorregulação, foi possível analisarmos a experiência de reprovação como um contínuo, desde o modo como o estudante se sentiu e se avaliou ao receber a informação que havia sido reprovado, passando pelas causas que ele apontou como determinantes para que essa reprovação ocorresse, até o modo como ele reagiu à essa situação, adotando medidas autodiretivas positivas (*e.g.*, adoção de estratégias didáticas; buscando motivação para tentar novamente) ou negativas (*e.g.*, desconectando-se do âmbito acadêmico; demonstrando vontade de desistir do curso).

A identificação desses perfis de sentido possibilita que a instituição planeje ações que auxiliem os estudantes a atribuírem sentidos mais positivos à experiência de reprovação, tão comum em cursos de Física. Ações como a necessidade de suporte, investimento em monitorias e orientações acadêmicas (*e.g.*, mentorias), bem como a identificação das necessidades dos estudantes para orientação de ações e *feedbacks* frequentes ao longo do processo de adaptação, já são reconhecidas na literatura de combate à evasão e fomento à persistência (FRANCO *et al.*, 2022), e podem ser adaptadas para contemplar orientações para resignificação das reprovações. Além disso, investigações com outras experiências acadêmicas também podem ser conduzidas à luz das subfunções da autorregulação, como a análise das experiências sociais e acadêmicas

vivenciadas por mentores(as) e mentorandos(as) e seu impacto na motivação dos estudantes de persistirem ou evadirem do curso, bem como seu impacto no desenvolvimento e aprimoramento da habilidade autorregulatória.

Mais do que permitir o delineamento de ações institucionais, a perspectiva da autorregulação da Teoria Social Cognitiva destaca o papel do indivíduo na condução da própria vida para atingir seus objetivos. Mesmo em ambientes difíceis e hostis, como alguns cursos de Física, o sujeito ainda tem a liberdade, mesmo que parcial, de interpretar suas experiências e dar significado para a sua vida acadêmica. Como afirma Viktor Frankl (1991, p. 40): "a liberdade espiritual do ser humano, a qual não se lhe pode tirar, permite-lhe, até o último suspiro, configurar sua vida de modo que tenha sentido".

REFERÊNCIAS

ABBAGNANO, N. **Dicionário de filosofia**. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

BANDURA, A. A teoria social cognitiva na perspectiva da agência. In: BANDURA, A.; AZZI, R. G.; POLYDORO, S. A. J. (org.). **Teoria Social Cognitiva: conceitos básicos**. Porto Alegre: Artmed, 2008. p. 69-96.

BANDURA, A. Social cognitive theory: an agentic perspective. **Annual Rev. Psychology**, v. 52, p. 1-26, 2001.

BANDURA, A.; AZZI, R. G.; POLYDORO, S. **Teoria Social Cognitiva: conceitos básicos**. Porto Alegre: Artmed, 2008.

BANDURA, A.; JOURDEN, F. J. Self-regulatory mechanisms governing the impact of social comparison on complex decision making. **Journal of Personality and Social Psychology**, v. 60, n. 6, p. 941-951, 1991.

CAMARGO, B. V.; JUSTO, A. M. IRAMUTEQ: um software gratuito para análise de dados textuais. **Temas em Psicologia**, v. 21, n. 2, p. 513-518, 2013.

FRANCO, B. V. E.; MORAES, K. R. M.; ESPINOSA, T.; HEIDEMANN, L. A. Evasão e persistência estudantil em cursos de graduação das áreas de ciências e matemática: uma revisão da literatura. **Revista Investigações em Ensino de Ciências (IENCI)**, v. 27, n. 1, p. 272-307, 2022.

FRANKL, V. E. **Em busca de sentido**: um psicólogo no campo de concentração. Petrópolis: Vozes, 1991.

FRISON, L. M. B.; SIMÃO, A. M. V.; NONTICURI, A. R.; MIRANDA, C. A. Promoção de estratégias autorregulatórias com estudantes que apresentam trajetória de insucesso escolar. **Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación**, v. Extr., n. 1, p. 43-47, 2015.

HEIDEMANN, L. A.; ESPINOSA, T. A evasão nos cursos de graduação: como entender o problema? **Revista Educar Mais**, v. 4, n. 3, p. 451-459, 2020.

MORAES, K. R. M. **Uma investigação exploratória sobre as implicações das experiências de primeiro semestre de curso na decisão de evadir ou persistir dos estudantes de licenciatura em física da UFRGS**. 2020. 235f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Programa de Pós-graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2020.

PAJARES, F.; OLAZ, F. Teoria Social Cognitiva e Autoeficácia: uma visão geral. *In*: BANDURA, A.; AZZI, R.; POLYDORO, S. (ed.). **Teoria Social Cognitiva**: conceitos básicos. Porto Alegre: Artmed, 2008. p. 97-122.

POLYDORO, S. A. J.; AZZI, R. G. Autorregulação: aspectos introdutórios. *In*: BANDURA, A.; AZZI, R.; POLYDORO, S. (org.). **Teoria Social Cognitiva**: conceitos básicos. Porto Alegre: Artmed, 2008. p. 149-164.

PRANKE, A.; FRISON, L. M. B. Autoeficácia e motivação na resolução de problemas matemáticos contextualizados. **Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación**, v. Extr., n. 1, p. 1-5, 2017.

ROSÁRIO, P. **Estudar o estudar**: as (des)venturas do Testas. Porto: Porto Editora, 2004.

SALGADO, F. A. F.; POLYDORO, S. A. J.; ROSÁRIO, P. Programa de Promoção da autorregulação da aprendizagem de ingressantes da educação superior. **Psico-USF**, v. 23, n. 4, p. 667-679, 2018.

TINTO, V. **Completing college**: Rethinking institutional action. Chicago, United States of America: University of Chicago Press, 2012.

VEIGA SIMÃO, A. M.; FRISON, L. M. B.; NONTICURI, A. R. Dos significados à autorregulação: perspectivas de estudantes com trajetórias acadêmicas de insucesso. **Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación**, v. Extr., n. 1, p. 1-6, 2015.

VERGNAUD, G. A trama dos campos conceituais na construção dos conhecimentos. **Revista do GEMPA**, Porto Alegre: Ed. GEMPA, n. 4, p. 9-19, 1996.

ZIMMERMAN, B. J. Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. *In*: BOEKAERTS, M.; PINTRICH, P. R.; ZEIDNER, M. (ed.). **Handbook of self-regulation**. Cambridge: Academic Press, 2000. p. 451-501.

ZIMMERMAN, B. J. Development of self-regulated learning: which are the key subprocesses? **Contemporary Educational Psychology**, v. 11, n. 4, p. 307-313, 1986.

6

*Nathan Willig Lima
Gabriela Gomes Rosa
Afonso Werner da Rosa
Eduardo Gois*

EM DIREÇÃO A UMA PEDAGOGIA COSMOPOLÍTICA:

**HISTÓRIA E FILOSOFIA NO ENSINO
DE CIÊNCIAS PARA REVIVER NO ANTROPOCENO**

INTRODUÇÃO

No dia 8 de janeiro de 2023, a praça dos três poderes, em Brasília, foi invadida, e os prédios do Planalto, Congresso e Supremo Tribunal Federal foram depredados. Os autores dessas ações seguem o curso dos atos realizados desde o fim do ano de 2022, contestando os resultados das eleições para presidente da república do Brasil, o qual se alinha com um movimento mais amplo de ataque à democracia. Esses episódios são mais um preocupante exemplo da crise da confiança nas instituições modernas, que se agudiza na contemporaneidade.

Em 2016, o dicionário Oxford escolheu a expressão “pós-verdade” como palavra do ano (MCINTYRE, 2018) ressaltando a tendência recente de, no debate público, haver uma equipolência entre fatos e narrativas fictícias que apelam à emoção. Em 2019, nós problematizamos essa definição e apresentamos algumas reflexões preliminares sobre a importância de a educação em ciências se preocupar com esse tema (LIMA *et al.*, 2019). De 2019 para cá, o cenário piorou muito: os cientistas brasileiros e as universidades foram alvo de uma forte campanha de depreciação simbólica e material, e o próprio sistema eleitoral brasileiro também foi constantemente atacado por notícias falsas e sensacionalistas. Com o advento da pandemia de covid-19, entretanto, o negacionismo científico e político chegou a patamares inimagináveis¹⁷. Estudos indicam que o Brasil, juntamente com os Estados Unidos, teve um dos piores desempenhos do mundo no enfrentamento à doença (JASANOFF, 2021).

A pós-verdade, assim, não pode ser entendida como uma questão puramente epistemológica. A pós-verdade é um fenômeno,

17

Sobre as inter-relações políticas e epistêmicas no enfrentamento da covid-19, o leitor pode consultar Moura, Nascimento e Lima (2021), e, sobre a questão da confiança na ciência e na educação científica, Lima e Nascimento (2022).

sobretudo, político – ou mais precisamente – epistêmico-político (LATOURET, 2020a; LIMA; NASCIMENTO, 2021). Partindo das discussões sobre teoria do currículo (SILVA, 2010), podemos entender a educação como um fenômeno ontológico-político, uma vez que, por meio do currículo, concebemos qual é “o ser ideal” que gostaríamos de formar ao final do processo. Esse “ser ideal” (portanto uma questão ontológica) é concebido para um sistema específico, uma certa organização social (portanto, uma questão política).

As situações recentes por que temos passado, a dizer, a crise nas instituições modernas (epistêmicas e políticas), a pós-verdade, a pandemia de covid-19, o avanço das mutações climáticas, o alargamento das desigualdades sociais, as persistentes formas de discriminação e preconceito, que se materializam na forma de uma necropolítica (MBEMBE, 2018), e que são uma marca da sociedade brasileira (GONZALEZ, 1982), demandam que coloquemos sempre a questão: que educação queremos, e – mais especificamente – qual educação em ciências, ou ensino de Física queremos? Quais os compromissos epistêmico-políticos de nossas práticas pedagógicas? E o que precisamos fazer para ter uma educação em ciências que seja capaz de dar conta dos desafios e dilemas do século XXI?

Esses questionamentos, obviamente, são extremamente complexos e profundos. Virtualmente, existem infinitas respostas que nos apontarão diferentes caminhos para construir uma educação que seja capaz de superar o cenário em que nos encontramos. Nesse sentido, nosso objetivo nesse capítulo jamais seria apresentar uma solução ou resposta para isso. Pelo contrário, o posicionamento defendido por nós é que a resposta só pode ser obtida de forma coletiva. Os diferentes coletivos, os diferentes atores, precisam participar de um processo intenso e concreto de construção coletiva do mundo. Isso significa que nós podemos trazer as nossas reflexões e percepções a partir de nossas trajetórias, a partir de nosso lugar no mundo (BAKHTIN, 1990), sem querer com isso almejar o encerramento do diálogo. Assim, nossa resposta é uma não-resposta,

é um convite. É um convite não somente para a troca de ideias, mas para a construção efetiva de um mundo melhor.

Cientistas e intelectuais de diferentes áreas têm denominado o período por que passamos de Antropoceno (LATOURE, 2020b), para se referir a um novo período geológico, em que a ação humana é tão intensa que modifica a própria estrutura do planeta. Hibridizamos de tal forma os percursos sociais com os naturais, que, hoje, agentes da natureza (vírus, atmosfera, água dos rios) impactam nossas decisões políticas, e a própria humanidade virou uma “força da natureza” (CHAKRABARTY, 2009). Os desafios que temos para superar são enormes. Krenak (2019) tem ressaltado a importância de sonharmos novos mundos, de conseguirmos nos afastar dos nossos modos usuais de existência, para sermos capazes de chegar em um mundo justo, habitável, vivível por todos e todas.

Nesse processo, entretanto, precisamos conjugar as diferentes sociedades, e as diferentes naturezas associadas a essas sociedades. Os antropólogos têm há muito tempo descrito o fato de que não somos diferentes sociedades compartilhando uma mesma Natureza, somos diferentes coletivos com diferentes sociedades e naturezas (DESCOLA, 2016). O combate aos desafios mencionados passa pela organização desses diferentes coletivos natureza-sociedade, o que alguns autores chamam de cosmopolítica (LATOURE, 2004; STENGERS, 2018). Assim, se a educação almeja a construção de um ser para uma certa organização social, a educação do Antropoceno deveria viabilizar ou preparar as pessoas para o processo cosmopolítico. Isso não significa dar as respostas dos problemas para as pessoas (pois essas respostas ainda não existem), mas contribuir para que elas possam coletivamente construir as soluções.

Mas o que significa construir soluções? Como participar desse processo? O que é necessário saber para participar desse processo? Quais são os valores subjacentes a essas práticas, ou seja, o que reside em sua dimensão axiológica? Essas são questões

fundamentais que precisam ser discutidas. No presente capítulo, nosso objetivo é apresentar um programa de pesquisa para formação de uma pedagogia cosmopolítica, o qual está como pano de fundo (de forma explícita ou não) nas diferentes pesquisas do Grupo de Pesquisa em História, Filosofia e Ensino de Física da UFRGS. Para tanto, vamos apresentar e problematizar as principais questões de pesquisa que estão no horizonte de nossas discussões.

O nosso grupo foi fundado em 2022 e reúne docentes de diferentes instituições brasileiras e internacionais, além dos discentes orientados no contexto do mestrado e doutorado em Ensino de Física e iniciação científica. As pesquisas têm se voltado a discussões e reflexões teóricas sobre a área de educação em ciências, bem como para estudos de episódios históricos da Física e suas implicações para o contexto didático, principalmente (até o momento) ao que se refere ao ensino de conceitos da Teoria Quântica.

Na segunda seção, apresentaremos uma discussão breve sobre cosmopolítica, subsidiando o leitor com referências, caso queira se aprofundar no quadro teórico. Na terceira seção, discutimos o conceito de “formação para cidadania”, presente nas pesquisas da área de Educação em Ciências, e explicitamos algumas perguntas de pesquisa importantes para o nosso programa de pesquisa, a fim de pensar sobre a viabilidade de uma cidadania cosmopolítica. Conforme será discutido, a cosmopolítica contemporânea exigirá não somente um engajamento político, mas uma concepção ampla de ciência e sobre ciência – o que já vem sendo defendido na literatura há três décadas (HODSON, 1994). Nesse sentido, para formação da cidadania cosmopolítica não podemos nos abster de ensinar conceitos científicos e, portanto, a preocupação com ensino e aprendizagem de conceitos (que é depreciada por algumas vertentes críticas da educação em ciências) continua importante em nosso programa de pesquisa. Nas seções da sequência, dividimos a reflexão sobre a educação no contexto formal, refletindo sobre a potencialidade do uso de história e filosofia no ensino de ciências e, sobre como a

cosmopolítica se dá por meio da cultura de uma forma mais ampla, se tornando essa um contexto importante de pesquisa. Apresentamos, nessas seções, algumas questões de pesquisa que norteiam, hoje, nossas discussões. Por fim, apresentamos nossas reflexões finais.

COSMOPOLÍTICA E A VIRADA ONTOLÓGICA DA ANTROPOLOGIA

O termo política deriva da palavra grega *polis*, a cidade. Assim, de uma forma geral, “político” é um termo usado para designar os processos e atividades que se dão na organização e construção dos espaços coletivos, comuns, em detrimento da organização dos espaços privados.

A partir da obra *Política* de Aristóteles (2019), entretanto, o termo é mais especificamente utilizado para designar uma forma específica de poder – aquela que é permitida por consenso, ou seja, por meio do Estado. Assim, em diversos autores, o conceito de política se refere ao estudo da organização do Estado, e do seu exercício do monopólio da violência (BOBBIO; MATTEUCI; PASQUINO, 1998).

Outros autores, entretanto, designam o campo político como aquele em que se estabelecem as relações amigo-inimigo (FREUND, 1965; SCHMITT, 2008). Isto é, chamamos de político a esfera de atuação humana em que percebemos a formação de grupos de aliados, os quais, em sua atuação, rivalizam com grupos concorrentes. A guerra seria, nesse contexto, o exemplo mais violento da atuação política. De uma forma ou de outra, percebe-se que o campo político, nessas designações, remete a relação dos humanos entre eles: “O poder político pertence à categoria do poder do homem sobre outro homem, não à do poder do homem sobre a natureza.” (BOBBIO; MATTEUCI; PASQUINO, 1998, p. 955). Assim, a natureza permanece

fora do campo político, ou seja, nem ela participa da política, nem seria afetada por ela.

A Antropologia, entretanto, tem recentemente desafiado essa definição. Os modos de existência e os cosmos de diferentes coletivos afetam diretamente as formas de organização social, bem como as alterações nas associações humanas podem afetar aquilo que existe ou não no cosmos. Os estudos antropológicos que partem desse reconhecimento têm sido genericamente classificados em um movimento denominado virada ontológica da antropologia (HOLBRAAD; PEDERSEN; CASTRO, 2014; KOHN, 2015). Tal movimento passa, primeiramente, por assumir que não existe uma natureza transcendental que possa servir de juiz para os diferentes coletivos (STENGERS, 2018). Não existe apenas uma única natureza e diversas sociedades, mas vários coletivos natureza-sociedade (LATOURET, 2013). Esse posicionamento metafísico demanda um abandono dos discursos universais sobre a realidade e o conhecimento, bem como a superação das dicotomias natural-social típica do pensamento modernista (LATOURET, 2017a).

Quando dois coletivos se encontram e rivalizam de alguma forma, não temos em jogo apenas o embate entre culturas, ou modos sociais de organização, mas entre os seus respectivos cosmos. Por isso, esse processo deve ser entendido em termos de uma cosmopolítica: o cosmos passa a afetar o processo de disputa entre os grupos, e o resultado da disputa decide o que continua existindo ou não no cosmos.

Essa descrição é importante não somente na descrição do encontro dos Europeus com os povos originários do Brasil, por exemplo, mas – de fato – é um constructo teórico fundamental para entendermos os processos no Antropoceno. No mundo, temos diferentes coletivos que afetam diferentemente a construção da Terra. O coletivo modernista, por exemplo, é o principal responsável pelo desenvolvimento das mutações climáticas como as entendemos hoje.

Ao mesmo tempo que reconhecemos a pluralidade de coletivos e defendemos as diferentes formas de existência, por outro lado, percebemos que o desafio das mudanças climáticas exige uma resposta orquestrada, comum, de toda Terra. Não é possível que apenas o nosso grupo reconheça o aquecimento global e passe a agir para o mitigar. Se os demais grupos continuam com suas práticas que são causadoras do aquecimento, todos nós sofreremos os resultados (mesmo aqueles que tentaram o evitar). Algo semelhante acontece na pandemia: não é suficiente que um grupo se vacine e tome os devidos cuidados. Quando se vai ao supermercado, todos devem estar vacinados e tomando os devidos cuidados, para reduzir ao máximo a possibilidade de contaminação. Essa impossibilidade de controle sobre os efeitos das práticas e a necessidade de organizações mais amplas entra no campo do que chamamos hoje de uma "sociedade de risco" (PIETROCOLA *et al.*, 2021).

Portanto, a cosmopolítica contemporânea pode ser encarada de duas formas (BLASER, 2018). Para Latour (LATOURE, 2020a) precisamos avançar na construção do mundo comum, reconhecendo consensos sobre as mudanças climáticas, vacinas e outros temas relevantes. Por outro lado, Stengers (2018) discute como que a aceleração dessa uniformização do mundo (globalização) foi responsável justamente pelo avanço das mudanças climáticas e, para ela, a cosmopolítica deveria frear o processo de uniformização do mundo e apostar na pluralidade e na diversidade de modos de existência.

Seja no sentido de buscar um consenso global ou de frear os consensos, a proposição cosmopolítica tem implicações metodológicas profundas. O pesquisador, ainda que tenha seus constructos teóricos e valores pessoais, deve – em sua descrição do mundo – buscar privilegiar as vozes dos atores, sem tentar encaixar os acontecimentos em suas "caixinhas" pré-formadas sobre a realidade. O campo da cosmopolítica, assim, não forma uma teoria, mas uma "não-teoria" (LATOURE, 2005) no sentido de que renuncia às meta-narrativas e à projeção compulsória de conceitos *a priori*.

Eduardo Viveiros de Castro (2018) discute essa mudança metodológica em termos de uma perspectiva centrífuga, em que se parte do acontecimento concreto real e da voz dos participantes para construir os constructos da própria narrativa. Ou seja, o arcabouço teórico não se constrói *a priori*, mas se ergue a partir da voz dos participantes¹⁸. Há uma inversão epistemológica: o estudo se constrói a partir dos conceitos do estudado e não do pesquisador. Segundo Castro (2018) esse é um passo fundamental para avançarmos em uma descolonização radical, função fundamental da Antropologia.

Na próxima seção, pretendemos discutir, em linhas gerais, algumas implicações da proposição cosmopolítica para a educação. Para tanto, partiremos da discussão existente na área que toma como finalidade da educação a formação para cidadania. A partir disso pretendemos problematizar o conceito de cidadania a partir da cosmopolítica e discutir possibilidades para o campo educacional que viabilizem a formação de uma “cidadania cosmopolítica”.

EDUCAÇÃO PARA A CIDADANIA

A Constituição de 1988 estabelece como um dos objetivos da educação o preparo para o exercício da cidadania. Essa proposição é reiterada em demais documentos que regulamentam a educação no país – tais como a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, os antigos Parâmetros Curriculares Nacionais, e, atualmente, a Base Nacional Comum Curricular. Da mesma forma, as pesquisas na área de ensino e educação em ciências frequentemente fazem alusão à formação para cidadania como um dos objetivos do processo pedagógico (BONDEZAN; KAWAMURA, 2018; KREUGER; RAMOS, 2017).

18

Isso não deve ser confundido com uma concepção de observação não mediada. Pelo contrário, a perspectiva centrífuga abre ainda mais as possibilidades de mediação.

Tal prática discursiva, entretanto, suscita um problema: o conceito de cidadania é polissêmico, e suas acepções apresentam diferentes compromissos políticos e epistêmicos (PINHÃO; MARTINS, 2014). Nesse sentido, o uso da palavra cidadania em um discurso pedagógico, sem a devida especificação da acepção adotada pode suscitar uma maior confusão sobre os objetivos concretos da Educação e até mesmo implicar a defesa de perspectivas contraditórias e opostas à construção de uma sociedade justa (VILANOVA; MARTINS, 2017).

Nesse sentido, é importante reconhecer os possíveis modelos de cidadania e seus compromissos políticos. Pietrocola e Souza (2019), partindo de Westheimer e Kahne (2004), apresentam três categorias de cidadania, e Pinhão e Martins (2014), partindo de Habermas (1995), discutem três modelos de democracia, os quais podemos, em linhas gerais, relacionar com a primeira proposta.

O primeiro modelo diz respeito ao **cidadão individualmente responsável**, que pode ser associado ao Estado democrático liberal. Conforme Pinhão e Martins (2014) apontam, democracia liberal é atrelada a ideia de que direitos universais seriam suficientes para promover a igualdade social – apagando as desigualdades estruturais e legitimando a meritocracia. Nesse contexto, o Estado estabelecerá e garantirá direitos iguais a todos os indivíduos, e caberia aos cidadãos que exercessem seus deveres. Dessa forma, o cidadão individualmente responsável é aquele que, tendo conhecimento científico, exerce seus deveres tomando suas escolhas individuais de forma consciente. Embora suas ações sejam de extrema importância, isoladamente não serão responsáveis por uma mudança significativa no mundo e na sociedade (WESTHEIMER; KAHNE, 2004).

O segundo é **cidadão participativo**, que pode ser atrelado a modelos de estados democráticos que incluem mais participação social nas tomadas de decisão – tais como os modelos republicano e procedimentalista. Embora sejam diferentes, pois, de acordo com

Pinhão e Martins (2014), o modelo democrático republicano pressupõe valores cívicos universais que orientariam a ação dos sujeitos – desconsiderando as assimetrias da sociedade e submetendo a política a aspectos puramente éticos – enquanto que o modelo democrático procedimentalista busca, ao mesmo tempo, garantir direitos individuais e situar os indivíduos como parte de circunstâncias culturais específicas, em ambos modelos, a tomada de decisão é descentralizada. Nesse contexto, o cidadão participativo, tendo conhecimento da ciência, busca por soluções para os problemas da comunidade em que está inserido (seja a nível local ou global) (WESTHEIMER; KAHNE, 2004).

Por fim, um terceiro modelo é o de **cidadão orientado para a justiça social**, que em alguns aspectos pode ser associado a democracia participativa de Boaventura de Souza Santos. Conforme Pinhão e Martins (2014), a democracia participativa parte da premissa de que toda a generalização do conceito de cidadão deixa parte da sociedade de fora. Segundo essa perspectiva, a democracia deve incluir uma ecologia de saberes – em que as diferentes formas de conhecer devem ser valorizadas e levadas em conta na tomada de decisões coletivas. O cidadão orientado para a justiça social tem como objetivo a superação das opressões sociais, é capaz de analisar e discutir questões sobre estruturas sociais, políticas e econômicas, buscando estratégias coletivas – que pressupõe a participação plena a igualitária dos diferentes grupos sociais – para mudanças na sociedade em que vive (ADAMS; BELL; GRIFFIN, 2007).

Um primeiro ponto a ser pensado em qualquer prática pedagógica, conforme discutido na literatura, é com qual modelo de democracia e cidadania o processo educacional está comprometido. Um segundo ponto que gostaríamos de problematizar, entretanto, é sobre a relação desses modelos com a proposição cosmopolítica.

Uma vez que essas propostas partem de uma concepção clássica de política e, portanto, de sociedade, elas não transgridem as fronteiras entre o natural e o social, não pressupõem diferentes naturezas, e nem discutem o papel dos não-humanos no processo de organização dos coletivos. Assim, em que medida uma nova categoria de cidadania não pode ser necessária: a cidadania cosmopolítica? A definição desse modelo de cidadania, suas implicações ontopolíticas e epistêmicas, bem como sua tradução para prática pedagógica são os primeiros pilares do programa de pesquisa que estamos construindo.

De uma forma sintética (e provisória) o cidadão cosmopolítico é um agente de transformação e construção do mundo. Em associação com o coletivo de humanos e não-humanos, ele age, se engaja e se posiciona axiologicamente. Considerando que os problemas contemporâneos são híbridos, no sentido em que discutimos, o cidadão cosmopolítico precisa também saber ciências e sobre ciências (HODSON, 1994), ou seja, ele precisa ser capaz de se mover por entre as redes sociocientíficas que se formam, podendo se posicionar sobre elas e participar de seus desenvolvimentos. Nesse sentido, elencamos duas dimensões importantes do exercício da cidadania cosmopolítica (a serem explorados em estudos futuros): (i) o engajamento na construção do mundo; e (ii) o domínio da ciência e sobre ciência.

O desafio didático, portanto, passa por promover essas duas dimensões. Na próxima seção, apresentaremos dois campos de atuação que consideramos importantes para o desenvolvimento de tal cidadania. O primeiro, pensado para o contexto da educação formal, se refere ao uso de história e filosofia da ciência como caminho para promoção da cidadania cosmopolítica. O segundo, referindo-se ao contexto não-formal, envolve a discussão sobre como as diferentes manifestações culturais podem influenciar no exercício da cidadania.

O USO DE HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Os cientistas sempre escreveram história da ciência como uma forma de manutenção de suas perspectivas e contribuições (VIDEIRA, 2007). Após a segunda guerra mundial, entretanto, a historiografia da ciência passa por um processo de intensa renovação com a abordagem social e cultural da história da ciência (BLOOR, 1991; KUHN, 1996; LIGHTMAN, 2016).

No campo do ensino de Física, David Kaiser (2014) descreve uma tendência ao instrumentalismo tecnicista no ensino de Física a partir do período pós-segunda guerra mundial. Para o autor, o Ensino de Física voltou-se quase exclusivamente à resolução de problemas matemáticos, deixando de lado questões referentes aos fundamentos da Física e a natureza do conhecimento científico. Disso decorre o fenômeno denominado pelo autor de *"Shut up and Calculate"* (Cale-se e calcule). Outras pesquisas ressaltam essa tendência no ensino de ciências em geral como uma característica marcante da pedagogia do período de guerra fria (NARDI, 2005).

No contexto brasileiro, a partir da década de 1990, tem-se uma intensificação no desenvolvimento de novos olhares para o Ensino de Ciências que levam em conta as questões históricas e filosóficas que permeiam o conhecimento científico, em especial a partir do trabalho de Michael Matthews (1995). Matthews desenvolve um extenso trabalho investigando a estrutura curricular das escolas e buscando reformulá-la para que passe a incluir questões de História e Filosofia da Ciência (HFC), inclusive, discutindo as potencialidades desta frente às teorias de aprendizagem da psicologia (LIMA, 2022). Para o autor, há uma necessidade de se ensinar uma ciência mais plural, em uma abordagem "contextualista" que leva em conta questões éticas, sociais, históricas, filosóficas e tecnológicas.

Para tanto, é necessária a inserção de HFC no Ensino de Ciências, tanto em suas bases curriculares quanto nos materiais didáticos e cursos de formação de professores.

A partir disto, deram-se início diversas investigações sobre o uso de HFC no Ensino de Ciências em âmbito nacional, inclusive, aderindo a Sociologia da Ciência. Ao olharmos para literatura encontramos investigações voltadas a defesa de que o ensino de ciências deve voltar-se para questões como a forma com que as teorias científicas são construídas e validadas, o cotidiano de um cientista e a relação entre a ciência desenvolvida em determinada época e o contexto histórico (MARTINS, 2006); a necessidade de introdução de questões histórico-epistemológicas que rompam com visões ingênuas de Natureza da Ciência nos cursos de formação de professores de Física (MOREIRA, MASSONI, OSTERMANN, 2007); aos meios pelos quais podemos evitar obstáculos epistemológicos na transposição da HFC para o Ensino de Ciências (FORATO, 2012).

Recentemente, diversos autores têm ressaltado a importância de refletirmos sobre os compromissos pedagógicos, epistemológicos e políticos das diferentes abordagens da história da ciência no ensino, aliando uma discussão sobre essa área com os estudos curriculares (MOURA; GUERRA; CAMEL, 2020).

Para discutir essas questões, nosso grupo organizou o *I Encontro de História e Filosofia no Ensino de Física na Região Sul do Brasil*¹⁹. A partir desse evento, foi organizado um número especial da *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemáticas*, trazendo algumas das reflexões e discussões realizadas no evento²⁰.

19 O leitor interessado pode consultar os anais do evento: <https://www.upf.br/encontrohistoriaefilosofianoensinodafisica>

20 O número especial pode ser consultado em: <http://seer.upf.br/index.php/rbecm/issue/view/753>

Nesse contexto, Moura (2021) destaca que uma virada política na abordagem da história da ciência implica um melhor entendimento na relação entre natureza e sociedade, dos diferentes métodos da ciência (pluralidade interna), e das formas com que a ciência invisibiliza certas contribuições frente ao contexto social e histórico. Guerra (2021) defende o uso história e filosofia da ciência como forma de promoção da justiça social, contribuindo para uma educação científica politizada. Conforme ressaltamos na seção anterior, uma pedagogia cosmopolítica passa, também, por viabilizar a formação de cidadãos que saibam os conceitos da ciência, para poderem se posicionar sobre os temas urgentes da contemporaneidade. Assim, um aspecto importante do uso de história da ciência é para potencializar o aprendizado de conceitos científicos (KARAM; LIMA, 2022). Em especial, Karam (2021) apresenta um conjunto de orientações metodológicas para escolha de fontes primárias e seu uso no contexto didático a fim de fomentar o aprendizado dos conceitos científicos. Nesse mesmo sentido, Lima e Rosa (2022) discutem as potencialidades e os cuidados metodológicos necessários para o uso de história da ciência no sentido de fomentar aprendizado.

Ademais, formando o segundo pilar de nosso programa de pesquisa, propusemos que a inserção de História, Filosofia e Sociologia da Ciência pode vir a contribuir para um mundo mais justo a partir do entendimento das relações entre natureza e sociedade no mundo contemporâneo (LIMA, 2021). Para tanto, realizamos uma classificação das tendências historiográficas e filosóficas em três grandes grupos e as apresentamos como perspectivas complementares (e não como concorrentes): (1) tendências que enfatizam fatores epistêmicos: evidenciam uma perspectiva interna da ciência, do cotidiano de um cientista e do desenvolvimento de conceitos e teorias, sem se ater às questões sociais da ciência, somente a produção do conhecimento em si; (2) tendências estruturalistas: enfatizam fatores sociológicos sob uma ótica estruturalista, isto é, partem de uma estrutura teórica prévia para analisar os elementos históricos;

e (3) tendências pós-estruturalistas: não apresentam uma estrutura fixa para a ciência ou para seu desenvolvimento, as quais tendem a questionar as delimitações impostas entre natureza e sociedade.

Um ponto fundamental para avançarmos, entretanto, na construção de uma pedagogia cosmopolítica, alinhada com a formação de uma cidadania cosmopolítica, é a concepção de como usar a história e filosofia da ciência para fundamentar tais práticas pedagógicas. Um primeiro passo foi dado com o artigo *Superando Narciso: histórias das ciências para adiar o fim do mundo* (LIMA; GUERRA, 2022), em que propomos o conceito de uma pedagogia anti-narcísica. Os fundamentos, pressupostos, e alguns cuidados metodológicos são discutidos nesse trabalho. É necessário, nesse momento, avançar para a construção concreta dessas práticas e de sua avaliação rigorosa no contexto de pesquisas empíricas em diálogo com os marcos filosóficos apresentados.

A CULTURA EM UMA PEDAGOGIA COSMOPOLÍTICA

Se, por um lado, a história e filosofia da ciência têm o potencial de contribuir para uma cidadania cosmopolítica, por outro, o que aprendemos de ciência, sobre ciência, e sobre valores, não está resumido à sala de aula. Aprendemos sobre essas questões o tempo todo, em nossa família, com nossos amigos, nas redes sociais, nos livros, na televisão, nas músicas, no cinema. Em todos esses locais (concretos ou virtuais) e por meio dessas relações formamos nossa opinião sobre a ciência e sobre as questões sociocientíficas.

Em especial, Latour (2017b) narra a ciência como um sistema circulatório que permeia toda a sociedade, sendo composto por quatro elos: a mobilização do mundo (as práticas de laboratório);

a autonomização (processo de parceria e citação científica); as alianças (parcerias com instituições públicas e privadas); e a opinião pública (posicionamento da sociedade como um todo sobre a ciência). A ciência se dá na intersecção de todos esses fluxos, e cada um interfere no outro, como em um sistema circulatório de um organismo vivo.

A sociedade de uma forma mais ampla se intersecciona com a ciência por meio da opinião pública. O cidadão que não é cientista não participa da ciência por meio da mobilização do mundo, nem da autonomização. Eventualmente, pode participar por meio da aliança. Mas todo cidadão, sempre, participa da ciência por meio da opinião pública. Isto é, a nossa concepção e nossos discursos sobre a ciência tensionam os debates e as alianças, que, por sua vez, afetam a mobilização do mundo e a autonomização.

Por isso, a construção do mundo comum, a formação de uma cidadania cosmopolítica, que permita a construção de um coletivo mais justo e habitável por todos, passa por pensarmos sobre o processo de formação da opinião pública e isso implica analisarmos as diferentes formas de manifestação da cultura.

Nesse sentido, cultura não é pensada como uma dimensão somente humana, uma vez que os não-humanos também participam dessa dimensão. Entretanto, no campo da cultura, existe sempre a atribuição de sentido aos elementos que a compõem – o que enseja uma noção de cultura semiótica (GEERTZ, 1973). Nesse contexto, é fundamental perguntarmos como que o cinema, a música, as artes e as redes sociais influenciam a cosmopolítica e viabilizam, ou não, a construção de um mundo comum. Esse é o terceiro eixo de nosso programa de pesquisa.

No campo da educação, um importante teórico da área do currículo, Henri Giroux já tem se dedicado a discutir a influência do cinema na formação de diversas concepções (SILVA, 2010).

Em especial, Giroux (1999) discute os aspectos ideológicos passados com os filmes da Disney.

Nesse sentido a preocupação com a Cultura no campo educacional não é uma novidade. Nosso interesse, entretanto, nesse programa de pesquisa é entender como as manifestações culturais contemporâneas têm impactado a cosmopolítica e, nesse sentido, como as pessoas têm aprendido ciências e sobre ciências.

Um próximo desafio é articular um quadro teórico, consistente com a concepção cosmopolítica, capaz de analisar manifestações culturais bem como viabilizar a reflexão sobre o tensionamento da opinião pública. A partir disso, estabelecer um percurso metodológico que seja capaz de viabilizar a interpretação desses elementos culturais e, posteriormente, a reflexão sobre como reter o debate público.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme discutimos nesse capítulo, vivemos em um novo período geológico, o Antropoceno, em que as dimensões naturais e sociais aparecem profundamente hibridizadas. Nesse contexto, ademais, diferentes crises de confiança se multiplicam e se alargam nos últimos anos, formando um novo fenômeno epistêmico-político, a pós-verdade.

Reconhecendo que a educação é uma prática ontológica-política, a questão central que buscamos propor nesse capítulo foi a seguinte: quais as características da educação científica são necessárias para dar conta de uma formação que prepare o posicionamento e ação no Antropoceno? Para tanto, após apresentar o conceito de cosmopolítica e virada ontológica da Antropologia, partimos da discussão sobre formação para cidadania, muito presente na

literatura da área de educação em ciências, para defender a necessidade de uma pedagogia cosmopolítica, capaz de formar para uma cidadania cosmopolítica.

Essa cidadania cosmopolítica, um constructo teórico a ser desenvolvido, parte do pressuposto de que os problemas contemporâneos se dão em uma esfera complexa e heterogênea, em que humanos e não-humanos se associam e disputam a construção do mundo comum – o que define a noção de cosmopolítica. Assim, o cidadão cosmopolítico é, primeiramente, alguém engajado na construção desse mundo, que reflete sobre os valores e pressupostos de sua prática e que está disposto a construir de forma coletiva as soluções dos problemas reais.

Essa postura, embora descrita de forma simples, pressupõe um compromisso epistêmico-político substancialmente diferente daquele defendido em outras vertentes do pensamento contemporâneo, em que a defesa de um modelo de mundo, de natureza e de solução é estabelecido *a priori*, seja pelos especialistas da área técnica ou pelos intelectuais.

A ação cosmopolítica, por outro lado, como reforça Isabelle Stengers (2018), reiteradamente, pressupõe o abandono das metanarrativas modernistas, a abdicação das certezas, e as dúvidas sobre os consensos mais óbvios. Isso implica, para a autora, a possibilidade de frear o processo de globalização e uniformização do mundo. Latour, por outro lado, defende uma postura semelhante (a de abdicar metodologicamente do desejo de encaixar a realidade em nossas categorias pré-definidas) mas não para pausar a construção do mundo comum, mas justamente para viabilizar um novo mundo comum, que seja justo e habitável por todos.

De uma forma ou de outra, a cidadania cosmopolítica implica a urgência de sonhar um outro mundo, que se afasta das injustiças e crises que vivenciamos no presente. Esse outro mundo, entretanto, não está posto *a priori*. Está para ser construído por todos(as) nós.

Essa proposta, ademais, passa por um segundo reconhecimento. A maioria dos problemas urgentes, que estão diante de nós, são atravessados por uma dimensão científica (ainda que não possam ser reduzidos a ela), característica do Antropoceno, e, portanto, o exercício da cidadania cosmopolítica demanda um conhecimento amplo sobre ciência e de ciência. Por isso, temos defendido a importância de resgatar, em nosso programa de pesquisa, o olhar sobre o ensino e o aprendizado de conceitos científicos. Pois esses *actantes* e suas *performances* circulam pelas redes e grupos que tensionam a construção do mundo comum. Viabilizar um ensino de ciências em que se aprende os conceitos de ciências implica viabilizar uma compreensão mais ampla sobre o cenário atual e o aprofundamento da capacidade de ação no mundo.

Tendo isso em vista, nosso programa de pesquisa ainda divide dois campos diferentes de análise: o contexto formal e o não-formal de educação. Com relação ao primeiro, nossas investigações têm se centrado no uso de história e filosofia da ciência como um caminho profícuo de formação para cosmopolítica. Embora ensaios teóricos e algumas pesquisas históricas preliminares já tenham sido desenvolvidas, existe um longo caminho a ser trilhado. Mais do que isso, a complexidade do cenário exige, igualmente, uma articulação complexa e, portanto, um programa de pesquisa em pedagogia cosmopolítica também demandará a associação com diferentes grupos de pesquisa, em diferentes contextos, com diferentes preocupações.

O segundo contexto implica a reflexão sobre como a opinião pública tem sido tensionada pelas diversas formas de manifestação cultural no que se refere à concepção e percepção sobre a ciência e as comunidades científicas. O que o cinema, a música, as artes plásticas, as redes sociais, a televisão, têm falado sobre ciência? E como isso tem impactado a construção do mundo comum? Em um primeiro momento, responder essas perguntas é fundamental para entendermos o nosso contexto atual. Em um segundo momento, entretanto, será necessário usar esse aprendizado para

pensar em como nós mesmos podemos contribuir para o debate público, para o aumento da confiança na ciência, e para a construção do mundo comum, nesses mesmos campos de atuação.

Esse capítulo, assim, é uma breve apresentação das preocupações e reflexões que atravessam as discussões e pesquisas do Grupo de História, Filosofia e Ensino de Física da UFRGS. Os diferentes trabalhos de doutorado, mestrado, iniciação científica e extensão que temos realizado se conectam (de forma mais próxima ou distante) com essas ideias. Elas formam, portanto, nossa cosmovisão em um sentido mais amplo. É a partir desse pano de fundo que as investigações e ações têm se desenvolvido.

Como mencionado, entretanto, a proposição cosmopolítica implica, em última instância, em uma abertura para a construção do mundo comum, e – portanto – esse programa de pesquisa é, inicialmente, um convite para o diálogo, ele não se encerra em si mesmo, nem se encerra nas ações dos membros do grupo de pesquisa. Esperamos que as ideias aqui apresentadas contribuam para a reflexão, para a conversa, e, sobretudo, para a busca concreta pela construção de um outro mundo.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, M.; BELL, L. A.; GRIFFIN, P. **Teaching for diversity and social justice**. New York: Routledge/Taylor & Francis Group, 2007.
- ARISTOTELES. **Política**. Cambuci: Edipro, 2019.
- BAKHTIN, M. **A Estética da Criação Verbal**. São Paulo: Martins Fontes 1990.
- BLASER, M. Uma outra cosmopolítica é possível? **Revista de antropologia da UFSCar**, v. 31, n. 4, p. 14-42, 2018.
- BLOOR, D. **Knowledge and Social Imagery**. Chicago: The University of Chicago Press, 1991.

BOBBIO, N.; MATTEUCI, N.; PASQUINO, G. **Dicionário de Política**. v.1. Brasília: Editora da UNB, 1998.

BONDEZAN, G. V.; KAWAMURA, R. M. D. Perspectivas de cidadania e suas manifestações na pesquisa em ensino de ciências citizenship's prospects and its expressions in science education research. *In: XVII ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*, 2018, Campos do Jordão. Anais [...] Campos do Jordão: 2018. p. 1-8.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 23 jan. 2023.

CASTRO, E. V. de. **Metafísicas Canibais**: elementos para uma antropologia pós-estrutural. São Paulo: Ubu, 2018.

CHAKRABARTY, D. The Climate of History: Four Theses. **Critical Inquiry**, v. 35, n. 2, p. 197-222, 2009.

DESCOLA, P. **Outras Naturezas, Outras Culturas**. São Paulo: Editora 34, 2016.

FORATO, Thaís; MARTINS, Roberto de Andrade; PIETROCOLA, Maurício. Enfrentando obstáculos na transposição didática da história da ciência para a sala de aula. *In: PEDUZZI, L. O. Q; MARTINS, A. F. P; FERREIRA, J. M. H. (org.). Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino*. Natal: EDUFRN, 2012. v. 1, p. 123-154.

FREUND, J. **L'essence du politique**. Paris: Sirey, 1965.

GEERTZ, C. **The interpretation of Cultures**. New York: Basic Book, 1973.

GIROUX, H. **The Mouse that Roared**: Disney and the End of Innocence. New York: Rowman & Littlefield Publishers, Inc., 1999.

GONZALEZ, L. O Movimento Negro na Última Década. *In: Lugar de Negro*. Rio de Janeiro: Marco Zero, 1982.

GUERRA, Andreia. Novas perspectivas historiográficas para história de ciências no ensino: discutindo possibilidades para uma educação em ciências mais política. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 4, n. 3, 2021.

HABERMAS, J. Três modelos normativos de democracia. **Lua nova: revista de cultura e política**, n. 36, p. 39-53, 1995.

HODSON, D. Seeking Directions for Change: the personalisation and politicisation of science education. **Curriculum Studies**, v. 2, n. 1, p. 71-98, 1994. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/0965975940020104>. Acesso em 23 de agosto de 2023.

HOLBRAAD, M.; PEDERSEN, M. A.; CASTRO, E. V. The Politics of Ontology: Anthropological Positions. Theorizing the Contemporary, **Fieldsights**, 13 jan. 2014. Disponível em: <https://culanth.org/fieldsights/the-politics-of-ontology-anthropological-positions>. Acesso em: 7 jul. 2021.

JASANOFF, S. **Comparative Covid Response: Crisis, Knowledge, Politics**. Disponível em <https://www.unicamp.br/unicamp/sites/default/files/2021-01/Harvard-Cornell%20Report%202020.pdf>. Acesso em: 23 de agosto de 2023.

KAISER, David. Shut up and calculate. **Nature**, v. 505, p. 153-155, 2014.

KARAM, R. Considerações metodológicas sobre o uso de fontes primárias no ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 4, n. 3 SE-Artigos, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5335/rbecm.v4i3.12908>. Acesso em: 23 de agosto de 2023.

KARAM, R.; LIMA, N. W. Using History of Physics to teach Physics? *In*: GUIASOLA, J.; MCLOUGHLIN, E. (org.). **Connecting Research in Physics Education with Teacher Education 3**. *Dubl/n: The International Commission on Physics Education*, 2022. p. 22-38.

KOHN, E. Anthropology of Ontologies. **Annual Review of Anthropology**, v. 44, n. 1, p. 311-327, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev-anthro-102214-014127>. Acesso em: 23 de agosto de 2023.

KRENAK, A. **Ideias para Adiar o Fim do Mundo**. São Paulo: Companhia das Letras, 2019.

KREUGER, S. B.; RAMOS, P. Concepções de Cidadania na Educação em Ciências: contribuições para a construção de um quadro teórico. *In*: XI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2017, Florianópolis, SC. **Anais [...] Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina**, 2017. p. 1-10.

KUHN, T. **The structure of Scientific Revolutions**. 3 ed. Chicago: The University of Chicago Press, 1996.

LATOUR, B. **A Esperança de Pandora - Ensaios sobre a Realidade dos Estudos Científicos**. São Paulo: Editora da UNESP, 2017a.

LATOUR, B. **Diante de Gaia** - oito conferências sobre a natureza no antropoceno. São Paulo: Editora Ubu, 2020b.

LATOUR, B. **Jamais Fomos Modernos**. São Paulo: Editora 34, 2013.

LATOUR, B. O Fluxo Sanguíneo da Ciência: Um Exemplo da Inteligência Científica de Joliot. In: **A Esperança de Pandora**: Ensaio sobre a Realidade dos Estudos Científicos. São Paulo:UNESP, 2017b. p. 96-134.

LATOUR, B. **Onde Aterrorar?** Como se orientar politicamente no Antropoceno? Rio de Janeiro: Bazar do Tempo, 2020a.

LATOUR, B. **Reassembling the Social**: An Introduction to Actor Network Theory. Oxford: Oxford University Press, 2005.

LATOUR, B. Whose Cosmos, which Cosmopolitics? **Common Knowledge**, v. 10, n. 3, p. 450-462, 2004. Disponível em: <https://doi.org/Article>. Acesso em:23 de agosto de 2023.

LIGHTMAN, B. **A Companion to the History of Science**. Oxford: John Willey and Sons, 2016.

LIMA, N. W. *et al.* Educação em Ciências nos Tempos de Pós-Verdade: Reflexões Metafísicas a partir dos Estudos das Ciências de Bruno Latour. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 19, n. 0 SE-Artigos, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2019u155189>. Acesso em:23 de agosto de 2023.

LIMA, N. W. Michael Matthews and the development of History, Philosophy and Science Teaching: thirty years after 'the present rapprochement'. **Review of Science, Mathematics and ICT Education**, v. 15, n. 2, 2021. DOI: 10.26220/rev.3824. Disponível em: <https://pasithee.library.upatras.gr/review/article/view/3824>. Acesso em:23 de agosto de 2023.

LIMA, N. W.; GUERRA, A. Superando Narciso: histórias das ciências para adiar o fim do mundo. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 15, n. 2, p. 386-399, 2022.

LIMA, N. W.; NASCIMENTO, M. M. Aterrando no Sul: uma proposta político-epistemológica para a área de educação em ciências do Antropoceno. **Ciência & Educação**, v.27, e21041, 2021.

LIMA, N. W.; NASCIMENTO, M. M. Not Only Why but Also How to Trust Science: Reshaping Science Education Based on Science Studies for a Better Post-pandemic World. **Science & Education**, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00303-1>. Acesso em:23 de agosto de 2023.

LIMA, N.; ROSA, C. Por que devemos ensinar História das Ciências em aulas de Ciências? Contribuições a partir da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica. **Revista Espaço Pedagógico**, v. 29, n. 2 SE-Artigos, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.5335/rep.v29i2.13201>. Acesso em: 23 de agosto de 2023.

MARTINS, R. de A. Introdução: a história das ciências e seus usos na educação. In: SILVA, C. C. (org.). **Estudos de história e filosofia das ciências**. 1 ed. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MBEMBE, A. **Necropolítica**. São Paulo: N-1 Edições, 2018.

MCINTYRE, L. **Post-Truth**. Cambr: MIT Press, 2018.

MOREIRA, M. A.; MASSONI, N. T.; OSTERMANN, F. " História e epistemologia da física" na licenciatura em física: uma disciplina que busca mudar concepções dos alunos sobre a natureza da ciência. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, p. 127-134, 2007.

MOURA, C. B. de; GUERRA, A.; CAMEL, T. A natureza da ciência pelas lentes do currículo: normatividade curricular, contextualização e os sentidos de ensinar sobre ciências. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 22, p. 1-27, 2020.

MOURA, C. B. Para quê história da ciência no ensino? Algumas direções a partir de uma perspectiva sociopolítica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 4, n. 3, 2021.

MOURA, C. B.; NASCIMENTO, M. M.; LIMA, N. W. Epistemic and Political Confrontations Around the Public Policies to Fight COVID-19 Pandemic. **Science & Education**, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00193-3>. Acesso em: 23 de agosto de 2023.

NARDI, R. Memórias da Educação em Ciências no Brasil: A Pesquisa em Ensino de Física. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 1, p. 63-101, 2005.

PIETROCOLA, M. *et al.* Risk Society and Science Education. **Science & Education**, v. 30, n. 2, p. 209-233, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00176-w>. Acesso em: 23 de agosto de 2023.

PIETROCOLA, M.; SOUZA, C. R. de. A sociedade de risco e a noção de cidadania: desafios para a educação científica e tecnológica. **Linhas Críticas**, v. 25, 2019.

PINHÃO, F.; MARTINS, I. Educação para a Cidadania e Ensino de Ciências. **Cadernos de Educação**, v. 13, n. 27, p. 141-157, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.15603/1679-8104/ce.v13n27p141-157>. Acesso em: 23 de agosto de 2023.

SCHMIT, C. **O conceito de Político**. Belo Horizonte: Del Rey, 2008.

SILVA, T. T. **Documentos de Identidade: uma Introdução às teorias do currículo**. Belo Horizonte: Autentica, 2010.

STENGERS, I. A proposição cosmopolítica. **Revista do Instituto de Estudos Brasileiros**, n. 69, p. 442-464, 2018.

VENTURINI, T. Diving in Magma: How to Explore Controversies with Actor-Network Theory. **Public Understanding of Science**, v.19, n. 3, p. 258-73, 2010.

VIDEIRA, A. A. P. Historiografia e história da ciência. **Escritos**, v. 1, n. 1, p. 111-158, 2007.

VILANOVA, R.; MARTINS, I. Individualism, instrumental reason and policy texts: some considerations from the perspective of contemporary political philosophy. **Cultural Studies of Science Education**, v. 12, n. 4, p. 835-841, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11422-017-9836-y>. Acesso em: 23 de agosto de 2023.

WESTHEIMER, J.; KAHNE, J. What kind of citizen? The politics of educating for democracy. **American Educational Research Journal**, v. 41, n. 2, p. 237-269, 2004.

7

*Elkin A. Vera-Rey
Ileana M. Greca
Ives Solano Araujo
Eliane Angela Veit*

CAMPOS DE IDENTIFICACIÓN Y NEGOCIABILIDAD:

**UN MARCO ANALÍTICO PARA EL ESTUDIO
DE LOS PROCESOS DE FORMACIÓN
DE IDENTIDAD DOCENTE DEL PROFESOR DE CIENCIAS**

INTRODUCCIÓN

La identidad como noción teórica y fenomenológica se ha convertido en un importante tema de interés para diferentes disciplinas (filosofía, antropología, psicología y educación, entre otras); por lo tanto, se han desarrollado diversos enfoques para su estudio haciendo, a su vez, que la definición de identidad se complejiza y se vuelva polisémica. Como alertan Beauchamp y Thomas (2009) el principal obstáculo para la comprensión de la identidad es intentar resolver su propia definición, ya que las líneas que separan los problemas de estudio suelen ser bastante tenues y su delimitación conceptual en la mayoría de los casos se sobreponen.

En el área de la enseñanza de las ciencias el estudio de la identidad ha estado ligado a diversos campos de investigación, entre estos, los procesos de formación de profesores. Al respecto, se ha creado un constructo teórico y empírico con un amplio potencial para examinar los procesos de formación de identidad de los profesores de ciencias, a partir del análisis de dimensiones tales como la raza (CHINN, 2006; MOORE, 2016), el género (BIANCHINI; CAVAZOS; HELMS, 2000; MARTINS; JUNIOR, 2020), las historias personales (EICK; REED, 2002; RIVERA MAULUCCI, 2013) y las experiencias previas respecto a la enseñanza y aprendizaje de las ciencias (GRETTON; BRIDGES; FRASER, 2017; VARELAS, HOUSE; WENZEL, 2005). Avraamidou (2014; 2016) destaca que, a pesar de los diferentes enfoques en que la identidad del docente de ciencias ha sido estudiada y conceptualizada, es posible identificar tres elementos comunes. El primero, asume que la identidad docente se construye y constituye socialmente; el segundo, define que la identidad del profesor es dinámica y fluida, por lo tanto, se forma y reforma constantemente; por último, la identidad docente es compleja y multifacética y se compone de varias subidentidades interrelacionadas. Adicionalmente, la autora presenta a manera de síntesis cuatro ejes que viabilizan el

estudio de la identidad del profesor de ciencias, y a nuestro modo de ver, aportan rutas de aproximación conceptual y metodológica en la construcción de posibles preguntas de investigación:

- La identidad ofrece una lente poderosa y multidimensional para estudiar el aprendizaje y el desarrollo de los docentes.
- El constructo de la identidad docente destaca el papel del contexto para el aprendizaje y desarrollo docente.
- El constructo de la identidad docente tiene el potencial de arrojar luces sobre las historias personales de los docentes en relación con la ciencia.
- El constructo de identidad docente nos permite examinar el impacto de los marcadores sociales en el aprendizaje y desarrollo docente (edad, género, emociones y condición étnica) (AVRAA-MIDOU, 2014, p. 164, traducción nuestra).

Teniendo en cuenta la pertinencia del estudio de la identidad del profesor de ciencias, consideramos relevante profundizar en esta área de investigación y proponer un modelo que permita abordar la noción de identidad docente y explorar su utilidad de manera empírica. Con este fin, trazamos como objetivos para el presente artículo:

- Estructurar el marco analítico del modelo que denominamos "*campos de identificación y negociabilidad*" para el estudio de la identidad del docente de ciencias.
- Implementar el modelo de campos de identificación y negociabilidad presentando como ejemplo la reconstrucción de la narrativa autobiográfica de la red egocéntrica de *Juliana*²¹, una profesora de Física con más de cinco años de experiencia profesional.

Cómo presentaremos más adelante, con el modelo de campos de identificación y negociabilidad pretendemos aportar un marco

analítico para identificar y/o ejemplificar acontecimientos, tensiones y/o sinergias que emergen del estudio de los procesos de formación de identidad del profesor de ciencias. Tomando como base el modelo propuesto por Wenger (2001) denominado "ecología social de la identidad" (p. 232) adaptamos sus componentes y adicionamos el concepto de "escenario de intervención" (GARCÍA; GUERRERO, 2012) para estructurar e implementar nuestra propuesta.

En términos metodológicos, adoptamos los principios de la *etnografía para internet* (HINE, 2004; 2015; 2017) para realizar un trabajo de campo de tipo longitudinal de más de dos años en un entorno virtual. Mediante la figura de participante observador (GUBER, 2011) cultivar una CoP virtual de profesores de Física, que adoptó el nombre de *FisCoP: Física en Dispersión*²². Para el presente estudio se realizaron entrevistas semiestructuradas por *videochat* a ocho profesores miembros de *FisCoP* explorando el escenario de intervención "Yo" profesor de ciencias, pero dados los alcances de la publicación solo presentaremos uno de ellos. Como instrumento de recolección de datos usamos una tarjeta semiestandarizada de red egocéntrica (DIAZ-BONE, 2007; HEIN *et al.*, 2013), con el fin de complementar la visualización de la red personal del entrevistado y contextualizar la narrativa de sus historias personales de vida, de esta manera dar respuesta a tres preguntas acerca del "Yo" profesor de ciencias. Como técnica de análisis de las entrevistas optamos por un enfoque holístico del contenido (LIEBLICH; TUVAL-MASHIACH; ZILBER, 1998), obteniendo como resultado dos campos de identificación y negociabilidad (1. Principios y objetivos mayores; y 2. Líder inspirador).

En la secuencia presentaremos algunos apuntes del modelo de ecología social de la identidad los cuales sirvieron de inspiración para estructurar nuestro modelo. En la tercera sección, realizaremos la composición del modelo de campos de identificación y negociabilidad

22

Esta investigación hace parte de un trabajo de tesis doctoral enfocado en el cultivo de una CoP Virtual de profesores de Física, iniciado en la segunda mitad del 2018 (VERA-REY, 2021).

describiendo cada uno de sus elementos constitutivos y el referente metodológico. En la cuarta sección presentaremos los resultados empíricos detallando el proceso de mediación tecnológica para la realización de las entrevistas semiestructuradas por *videochat*. En esta misma sección presentaremos a manera de ejemplo de aplicación reconstrucción de la red egocéntrica mediante la narrativa autobiográfica de uno de los ocho profesores participantes del estudio y las respuestas a las tres preguntas acerca del “Yo” *profesor de ciencias*. Para terminar, presentaremos a manera de conclusión algunos alcances y limitaciones del modelo propuesto para el estudio de la identidad del profesor de ciencias, destacando el potencial de los campos como insumos para el diseño de posibles temáticas a ser abordadas en los espacios de formación de maestros de ciencias.

APUNTES DEL MODELO DE ECOLOGÍA SOCIAL DE LA IDENTIDAD

El modelo de ecología social de la identidad tiene su raíz en la Teoría Social del Aprendizaje propuesta por Wenger (2001). Esta teoría presenta cuatro componentes: *el significado, la práctica, la comunidad y la identidad*. Parafraseando al autor, mediante el significado experimentamos de manera individual y colectiva nuestras vidas y el mundo como algo significativo. Mediante la práctica generamos recursos históricos y sociales que configuran marcos y perspectivas compartidas que dan sustento al compromiso mutuo en la acción. La comunidad es un tipo de configuración social donde la realización de una empresa conjunta se considera como algo valioso y la participación se reconoce como una competencia. Por último, la identidad se concibe como los cambios que produce el aprendizaje en quiénes somos y la forma cómo se crean historias personales a partir del devenir por las diversas comunidades en las que participamos a lo largo

de nuestras vidas. De acuerdo con Wenger (2001), mediante estos cuatro componentes es posible caracterizar el aprendizaje como un fenómeno social, fundamentado en la acción humana de aprender en comunidad; a su vez, destaca la importancia de comprender la participación social como un proceso de aprender y conocer. Dichos componentes se encuentran interconectados y se definen mutuamente, creando “puentes” que articulan los procesos de aprendizaje social, a través de los cuales las prácticas evolucionan y facilitan la inclusión de los participantes en estas, promoviendo el desarrollo y transformación de las identidades individuales y colectivas.

Enfocándonos en la noción de identidad, Wenger (2001) afirma que esta se configura como una *experiencia negociada* mediante la cual definimos quienes somos por medio de las formas como experimentamos y cosificamos nuestro “Yo”, producto de la *afiliación* y *participación* en comunidades. Así, como señal de afiliación, construimos nuestra identidad y definimos quienes somos o quienes no somos en función de aquellos elementos que nos son familiares o desconocidos, negociando los diversos nexos de afiliación (*multiafiliación*) a las comunidades en las cuales participamos cotidianamente (p. ej., familia, estudio, trabajo, y tiempo libre, etc.), creando una identidad única que traza nuestras *trayectorias de aprendizajes*. Finalmente, como presenta el autor, definimos quienes somos mediante la negociación continua de formas *locales* de ser y pertenecer a una comunidad, la cual a su vez se conecta con instancia *globales* mucho más amplias, cuyas prácticas y discursos aportan significados y categorías que se viven como identidades (individuales y colectivas) de compromiso con unos objetivos mayores.

El modelo de ecología social de la identidad de Wenger (2001) integra tres dimensiones: (1) *modos de afiliación*; (2) *identificación*; y (3) *negociabilidad*.

Respecto a los modos de afiliación, según Wenger (2001) la afiliación a una comunidad se constituye en fuente de identidad no

solo en la medida que permite la creación de etiquetas u otro tipo de indicadores cosificados de afiliación, sino también, porque aporta a la formación y despliegue de un *régimen de competencias* que es negociado localmente. Este régimen contribuye a la comunidad a definir qué aprender y por qué aprenderlo. También, contribuye a establecer lo que significa ser un participante competente por medio de su propia práctica, creando una interacción bidireccional entre la experiencia y la competencia, que resulta fundamental para la evolución de las prácticas. El autor identifica tres posibles modos de afiliación a comunidades, el *compromiso*, la *imaginación* y la *alineación*; configurando una gama de procesos que se combinan mutuamente mediante trabajos y concesiones para dar forma a nuestras identidades. En palabras del autor:

- 1) *compromiso*: intervenir de una manera activa en procesos mutuos de negociación de significado;
- 2) *imaginación*: crear imágenes del mundo y ver conexiones en el tiempo y en el espacio haciendo extrapolaciones a partir de nuestra propia experiencia;
- 3) *alineación*: coordinar nuestra energía y nuestras actividades con el fin de encajar dentro de unas estructuras más amplias y contribuir a empresas de mayor envergadura (WENGER, 2001, p. 215-216).

La identificación y la negociabilidad deben ser abordadas simultáneamente, ya que, como presenta Wenger (2001), la formación de identidad pasa por un proceso dual que implica identificación y negociabilidad. El autor define la identificación como la mitad de un proceso que ofrece experiencias y recursos para construir identidades a partir del compromiso del "Yo". Y la negociabilidad como el complemento a dicho proceso aportando control sobre

los significados con los que nos hemos comprometido. Asimismo, la naturaleza dual de la identidad permite definir qué significados son importantes para nosotros y negociar su importancia dentro de una estructura social, abriendo la posibilidad para que estos sean contruidos por los implicados y aplicables a nuevas circunstancias de vida, aportando el material suficiente para definir nuestras identidades. En otras palabras, construimos nuestras identidades a partir de la tensión existente entre identificación y la negociabilidad a partir de las diversas formas de afiliación a las comunidades en las cuales participamos y nuestra capacidad de negociar los significados relevantes para cada contexto específico.

Finalmente, Wenger (2001) afirma que la formación de identidad a partir de los modos de afiliación se encuentra mediada por dos procesos: *participación* y *cosificación*. Mediante la participación en comunidad sabemos cuándo una práctica nos es familiar, haciendo que nos sentimos competentes para realizarla; también, nos permite comprometernos con los demás, ya que tenemos la certeza de que las otras personas también están comprometidas con el desarrollo de la práctica común. Por otra parte, la cosificación crea indicadores de afiliación a la comunidad (p. ej., símbolos, objetos, rituales, códigos, lenguajes, etc.) generando señales de identidad y un despliegue de competencias que nos permiten participar de las prácticas y hacer uso de los recursos, los cuales se traducen en categorías y representaciones sociales del "Yo". Como presenta el autor, la identidad se puede interpretar como una *superposición de capas* de eventos de participación y cosificación, los cuales, al juntarse por medio de la negociación social de significado, permite no sólo dar forma a lo que hacemos, sino también conformar quiénes somos y cómo interpretamos lo que hacemos.

FUNDAMENTOS CONCEPTUALES DEL MODELO CAMPOS DE IDENTIFICACIÓN Y NEGOCIABILIDAD

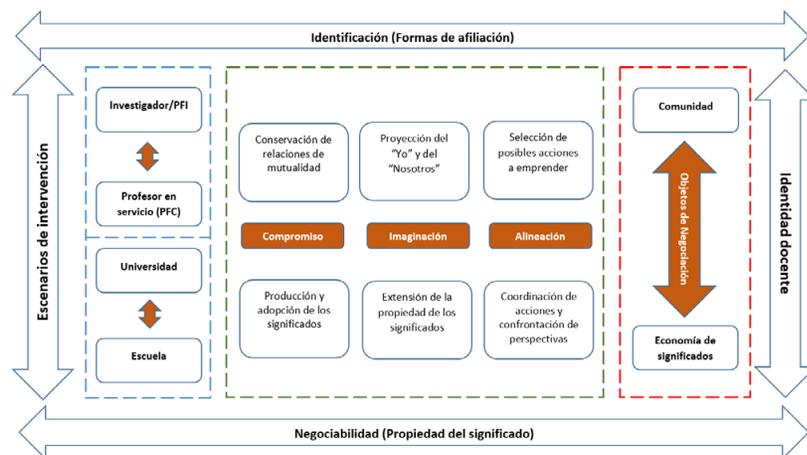
A. COMPOSICIÓN DEL MODELO DE CAMPOS DE IDENTIFICACIÓN Y NEGOCIABILIDAD

Tomando como base los fundamentos de la ecología social de la identidad presentados en el apartado anterior, dimos forma al modelo de campos de identificación y negociabilidad cuyo esquema se presenta en la Figura 1.

Considerando que la formación de identidad pasa por un proceso dual entre la identificación y la negociabilidad, ubicamos dichos procesos mediante dos flechas en doble dirección que recubren tres bloques asociados a las dimensiones de análisis (Figura 1). El primer bloque de izquierda a derecha corresponde a los *escenarios de intervención* (líneas punteadas de azul), el segundo a los *modos de afiliación* (líneas punteadas de verde) y el tercero a los *procesos de negociación* (líneas punteadas de rojo). Definimos el modelo de la siguiente manera:

Los campos identificación y la negociabilidad son acontecimientos, tensiones y/o sinergias que emergen del escenario de intervención y marcan trazos en la construcción de trayectorias de identidad de los profesores. Mediante el análisis cualitativo permite aportar posibles discusiones o caminos de aproximación entre sujetos e instituciones, estableciendo conexiones entre las formas de afiliación a una comunidad, las propiedades de los significados atribuidos y los posibles contextos y objetos de negociación que dan forma a las economías de significados.

Figura 1 – Modelo de campos de identificación y negociabilidad de la identidad docente



Fonte: Elaboración de los autores, 2023.

Ampliando la descripción del primer bloque (Figura 1), García y Guerrero (2012) definen el *escenario de intervención* como el "espacio vital" de interacción humana, el cual es conformado por entornos sociales diferenciados, interconectados y complementarios, cuyas interconexiones se dan a través de vínculos y relaciones. A su vez, los autores destacan la importancia de conocer los escenarios en los cuales el sujeto se posiciona. Por una parte, resulta fundamental para el sujeto como actor social situarse en dichos escenarios e identificar el rol que desempeña; por la otra, permite cualificar sus relaciones y vínculos con otros escenarios y explorar las redes existentes que puedan ofrecer apoyo cualificado. En nuestro caso, definimos dos escenarios de intervención: los *sujetos* y las *instituciones*.

En el escenario de intervención sujetos situamos los siguientes perfiles: (i) *Investigador/Profesor en Formación Inicial (PFI)*; y (ii) *Profesor en servicio (PFC)*, que incluye a profesores en *Inicio de Carrera Docente* y *Profesores con más de 5 años de experiencia profesional*. Y, en el escenario de intervención instituciones ubicamos

a: (i) *Universidade* y (ii) *Escola*. Al proponer los escenarios de intervención sujetos e instituciones buscamos generar conexiones entre el componente individual y el colectivo de los docentes situando el "Yo" y el "Nosotros" en sus contextos de negociación de significados en la práctica profesional, es decir, en la Universidad y en la Escuela. Esto nos permite conjugar identidades relacionales y posicionales (HOLLAND *et al.*, 1998) articulando las formas cómo los docentes identifican su condición como educadores en relación con otros docentes y demás miembros de las comunidades educativas. Además, nos ayuda a determinar las diferentes formas mediante las cuales los docentes negocian la posición social en la cual se encuentran en el mundo, y dimensionar la identidad profesional del docente como un sistema integrado y complejo inserto en las diversas estructuras socioculturales del entorno educativo.

Por otra parte, al considerar como sujetos *Profesor en Formación Inicial (PFI)*, *Profesores en servicio (PFC)*, y *Docente/Investigador* pretendemos abarcar las diferentes etapas formativas del docente a lo largo de su ciclo de vida profesional. Tal como afirman Bolívar (1998) y Mendoza (2008) el desarrollo de la identidad profesional del profesor se construye a lo largo de su "ciclo de vida" profesional, y este abarca desde las experiencias escolares de la niñez, la universidad, el ingreso y continuidad en la enseñanza, hasta su jubilación, por tanto, sus etapas formativas se encuentren en correspondencia con su ciclo de vida profesional.

El segundo bloque (*modos de afiliación*) conecta de manera vertical los modos de afiliación con los dos escenarios de intervención y de forma horizontal los conjugar con los procesos de identificación y negociabilidad. De esta manera, pretendemos abrir la posibilidad a la reconstrucción reflexiva de las experiencias de vida y trayectorias profesionales del docente; identificar sus formas de afiliación a las comunidades en las que participa y la propiedad de los significados que comparte. Las respectivas combinaciones con los

modos de afiliación (compromiso, imaginación y alineación) las resumimos de la siguiente manera:

Por medio del compromiso pretendemos motivar un "viaje" al pasado para explorar la capacidad del docente de: *(i) comprometerse (o no) con las prácticas habituales o innovadoras de enseñanza y aprendizaje de las ciencias; (ii) conservar las relaciones de mutualidad con las personas y comunidades con las cuales interactúa; y (iii) producir y adoptar los significados que dan sustento a sus prácticas.*

Por medio de la imaginación pretendemos poner al docente en los "zapatos del otro" y: *(i) situarlo en contextos diferentes a los habituales, con el fin de explorar posibles conexiones con estructuras o categorías más amplias; (ii) facilitar la proyección del "Yo" y del "Nosotros" a través del tiempo y el espacio, abriendo la posibilidad de recrear mundos posibles en los cuales el docente es el protagonista; y (iii) extender la propiedad de los significados que comparte permitiéndole hacer suposiciones y/o formular conjeturas para intervenir en la producción de significados como si fuera un participante directo.*

Por medio de la alineación pretendemos retornar al presente para explorar la capacidad del docente de: *(i) visualizar y seleccionar posibles objetivos y acciones a emprender a corto, mediano o largo plazo; (ii) coordinar acciones entre las partes implicadas; y (iii) potenciar la confrontación continua de perspectivas, promoviendo procesos de negociación de significados.*

Para finalizar, el tercer bloque (procesos de negociación) delimita los contextos de negociación en función de las diversas formas de afiliación a las comunidades y define valores relativos en la propiedad de los significados pertenecientes a contextos locales/globales. De esta manera, conectar los procesos de producción y adopción social de significados, dando cabida a las economías que emergen y son reguladas por las comunidades. A su vez, con este bloque pretendemos situar los acontecimientos, tensiones y/o sinergias

que emergen de los escenarios de intervención, destacando la naturaleza dual de la identidad individual y colectiva y las diferentes formas como los saberes docentes se manifiestan para dar sustento y construir sus trayectorias e identidad profesional.

Un último aspecto que fundamenta nuestra propuesta corresponde al carácter narrativo del saber profesional del docente. Al respecto, Tardif (2004) destaca que el saber profesional del docente tiene un amplio carácter narrativo, el cual se manifiesta a través de las metáforas e imágenes que usa para referirse a sus estudiantes, a los principios de autoridad y al ejercicio de su práctica profesional. Como presenta el autor, el saber profesional del docente es temporal y heterogéneo, ya que se utiliza y desarrolla en diversas fases a lo largo de su carrera profesional, sin consolidar un repertorio de conocimientos unificados, es decir, su conocimiento se integra a un proceso de vida profesional de largo plazo, el cual incluye dimensiones identitarias y de socialización profesional. Lo anterior, permite justificar en gran medida nuestra intención de implementar la narrativa autobiográfica como técnica de análisis cualitativo para la reconstrucción de las historias de vida de los profesores de ciencias y sus procesos de formación de identidad profesional.

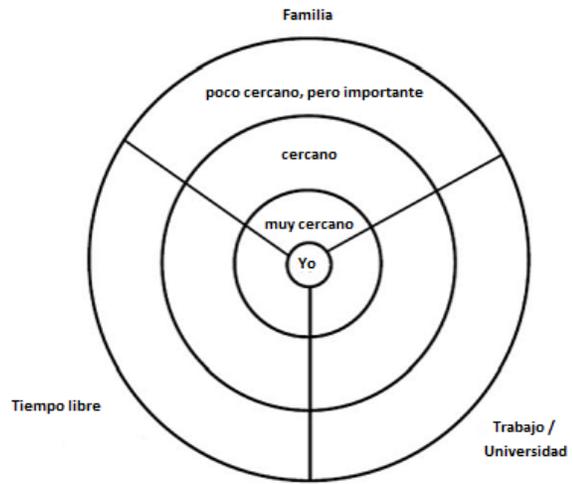
B. METODOLOGÍA: TARJETA RED EGOCÉNTRICA SEMIESTANDARIZADA

Retomando lo descrito en la introducción, utilizamos como instrumento de recolección de datos una tarjeta semiestandarizada de red egocéntrica (Figura 2a). Según Hein *et al.* (2013) la reconstrucción de la red egocéntrica permite complementar la visualización de la red personal del entrevistado y contextualizar la narrativa de sus historias personales de vida.

Como se presenta en la Figura 2a, la tarjeta de red egocéntrica semiestandarizada se compone de tres círculos concéntricos cuyo punto central se ubica el "Yo". Cada círculo corresponde a un nivel de proximidad con respecto al "Yo", generando tres atributos para las personas y/o grupos que conforman la red social del entrevistado (*muy cercano, cercano, poco cercano, pero importante*). De igual manera, la red se divide en tres dimensiones (*familia, tiempo libre y trabajo/universidad*) abarcando diferentes contextos que aportan experiencias de vida e historias compartidas con los miembros de la red personal, las cuales se ven reflejadas a través del relato autobiográfico. La Figura 2b presenta a manera de ejemplo la red construida por *Juliana*.

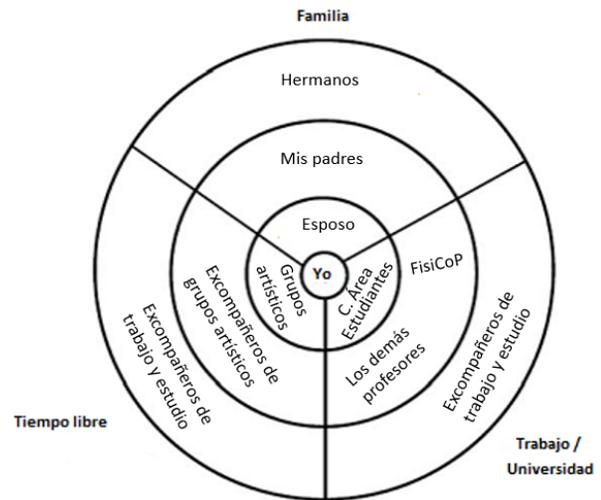
Finalmente, implementamos como técnica de análisis de las entrevistas un enfoque holístico del contenido basados en los fundamentos de Lieblich *et al.* (1998), de esta manera asumimos cada respuesta de los entrevistados como un todo, es decir, sin fragmentar mediante códigos para luego agrupar en categorías predefinidas. Así, enfocamos nuestro análisis en el "qué" de las historias buscando profundizar e interpretar su contenido, destacando eventos, tensiones y correspondencias entre los protagonistas y sus *alters*. La interpretación y reconstrucción de las historias se fundamenta en la transcripción en totalidad de las intervenciones, tanto del entrevistado como del entrevistador, respetando la secuencia cronológica, que incluye elementos verbales tales como: la vacilación, los falsos comienzos, las pausas, los entrelazados, las autocorrecciones y las expresiones no léxicas (PACKER, 2018).

Figura 2a – Tarjeta de red egocéntrica semiestandarizada



A

Figura 2b - Tarjeta red egocéntrica creada por Juliana



B

Fuente: Elaboración de los autores a partir de HEIN et al. (2013).

RESULTADOS EMPÍRICOS

A. MEDIACIÓN TECNOLÓGICA PARA LA ENTREVISTA Y RECONSTRUCCIÓN DE LA NARRATIVA DE LA RED EGOCÉNTRICA

Las entrevistas se realizaron por *videochat* usando la plataforma de *JitsiMeet*²³. Fueron de carácter individual, en promedio tuvieron una duración de 1h15min y las realizó uno de los autores del presente artículo, quien a su vez era miembro de *FisiCoP* en calidad de gestor y participante observador. Para la reconstrucción de la red egocéntrica (Figura 2b) usamos la herramienta *Jamboard*²⁴ de *Google*, la cual funciona como una pizarra digital colaborativa. De esta forma, el entrevistado iba ubicando en tiempo real, a las personas o grupos de su red, escribiendo sus iniciales o nombres. A cada entrevistado se le indicó que podía tomar el tiempo que considerara necesario para armar su red, y una vez sintiera que ya estaba terminada iniciaríamos la narrativa, describiendo a cada una de las personas o grupos ubicados en la tarjeta y el rol que desempeñan en la composición de su red personal. De igual manera, se le informó al entrevistado que podía decidir por cuál de las tres dimensiones quería iniciar su narrativa. Una vez realizada la descripción de la red personal se procedió a la entrevista, realizando las preguntas propuestas para el escenario de intervención “Yo” *profesor de ciencias* (Tabla1).

23 Disponible en: <https://meet.jit.si/>

24 Disponible en: <https://support.google.com/jamboard/answer/7424836?hl=es>

Tabla 1 – Preguntas de la entrevista

Modo de afiliación	Escenario de intervención (Sujeto "Yo" profesor de ciencias)
Compromiso	¿Quién soy?
Imaginación	¿Cómo me gustaría ser?
Alineación	¿Cómo lo puedo lograr?

Fuente: elaboración de los autores, 2023.

A continuación, presentamos la entrevista realizada a *Juliana*, una colega de la comunidad *FisiCoP* quien es profesora de Física/Matemáticas, vinculada desde 2010 al sector público en Bogotá, cuenta con estudios de maestría en Enseñanza de las Ciencias y al momento de la entrevista se encontraba cursando doctorado en la misma área. *Juliana* trabaja en un colegio femenino a nivel de Educación Media, que, dada la coincidencia, está ubicado en el mismo barrio donde vivió el entrevistador por más de 15 años, así, algunas de sus descripciones le eran familiares y contribuyeron para la reconstrucción de su narrativa y algunas interpretaciones para el análisis.

B. EL "YO" DE UNA PROFESORA DE CIENCIAS CON MÁS DE 5 AÑOS DE EXPERIENCIA PROFESIONAL

Juliana tiene 37 años, es colombiana y vive en Bogotá. Inició la reconstrucción de su red personal por la dimensión *familia*, ubicando en el círculo *muy cercano* a su esposo. Se conocieron en la universidad cuando cursaban el pregrado y llevan más de 14 años de relación. Su esposo también es profesor de Física de un colegio público de Bogotá. En el nivel *cercano* ubicó a sus padres. *Juliana* considera de gran importancia mantener el compromiso con sus padres de ser una "buena hija", por tanto, acostumbra a visitarlos y brindarles atención permanente, conversar con ellos y les ayuda a

resolver algunos problemas de la vida cotidiana (mantenimiento de la casa, reparaciones y pago de cuentas e impuestos, etc.). En el nivel *poco cercano, pero importante* están sus hermanos, aunque manifiesta que con ellos casi no se ve, ya que no existe un lazo afectivo muy fuerte, tal vez como ella lo expresa, producto de la diferencia de edades que se tienen. *Juliana* sabe que en el momento que los necesite ellos van a estar ahí para apoyarla y ellos también saben que ella estará dispuesta a ayudarlos en lo que esté a su alcance.

En la dimensión *trabajo/universidad* ubicó en el nivel de *muy cercano* a sus compañeros del área de matemáticas del colegio donde trabaja, tal como relata, en los casi 8 años de convivencia, así no quiera, ellos son los más cercanos y se convirtieron en una familia que no puede evadir. Ha aprendido a conocerlos y saber cuáles son sus "mañas"²⁵, también, a identificar y valorar sus fortalezas para el trabajo en equipo. Por ejemplo, en las reuniones de área que realizan cada semana, algunos de sus compañeros la han sorprendido con cosas buenas y otras no tan buenas que generan acaloradas discusiones, pero tal como *Juliana* expresa, hacen parte de la vida del colegio. En general, sabe lidiar con sus relaciones laborales, haciendo que estas sean lo más llevaderas posible. En el mismo nivel de *muy cercano*, *Juliana* ubicó a sus alumnas. Siente que con ellas ha aprendido bastantes cosas que le han ayudado a crecer como maestra, despertando una responsabilidad de género que implica enseñarles no solo Física y Matemáticas, sino temas de la vida y de la mujer.

Los anteriores argumentos de *Juliana* nos permiten determinar un primer campo de identificación y negociabilidad que denominamos "*principios y objetivos mayores*". Cómo presenta su red egocéntrica (Figura 2b), su compromiso con la docencia hace que coloque en el mismo nivel de proximidad tanto a sus compañeros de

25

Según el diccionario de la RAE, una maña es un tipo de destreza o habilidad, pero también puede ser asociado como un vicio, una mala costumbre o un resabio. Tomado de: <https://dle.rae.es/ma%C3%B1a>

trabajo como a sus alumnas, fortaleciendo una responsabilidad de género que se alinea con unos principios y objetivos mayores que trasciende a la enseñanza de la Física. De esta manera, podemos argumentar que en el campo principios y objetivos mayores intervienen diversos y continuos procesos de negociación acerca de las formas *locales* de ser y pertenecer a una comunidad educativa, en el caso de *Juliana* una institución femenina de carácter público de una zona popular de Bogotá. A su vez, dichas características del contexto educativo se conectan con instancia *globales* mucho más amplias, por ejemplo “*el cuidado, respeto y equidad para la mujer*” o “*el papel de las mujeres en la ciencia*”, cuyas prácticas y discursos aportan significados y categorías con los cuales *Juliana* se identifica, motivándola a mantener y valorizar el conjunto de relaciones interpersonales que ha construido con sus colegas de área y con sus “chicas” como llama a sus alumnas, creando compromisos de mutualidad.

Continuando con la narrativa de la dimensión *trabajo/universidad*, en el nivel *cercano* ubicó a los profesores del colegio de las otras áreas y a los colegas de *FisiCoP*; y en el *poco cercano, pero importante*, ubicó a los excompañeros de trabajo y de la maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales que culminó en 2013. Respecto a la ubicación dada por *Juliana* a *FisiCoP* (nivel cercano de la dimensión trabajo/universidad), tal como expresó, siente que es un espacio que le permite asumir el compromiso de avanzar en la realización de proyectos que hacen parte de su formación profesional; destacando también, que su participación le ayuda a liberar algunas tensiones que le generan sus actividades en el colegio.

En la dimensión *tiempo libre*, *Juliana* considera que al igual que a medio mundo, la pandemia pausó las actividades de tiempo libre que acostumbraba a realizar, afirmando que, si la entrevista hubiera sido realizada en otro momento de su vida, la dimensión *tiempo libre* le resultaría muy fácil de narrar y estaría llena de personas, ya que ha participado de diferentes grupos artísticos de danza y música, como las batucadas. Por lo tanto, considera que no tiene

una persona cercana en su red para incluirla en la dimensión tiempo libre. Además de la pandemia, considera que con el ingreso en 2018 al doctorado en Enseñanza de las Ciencias tuvo que sacrificar gran parte de las actividades que realizaba en su tiempo libre, lo cual la ha llevado en continuas ocasiones a repensar la idea de continuar o por el contrario desistir de este. Finalmente, y en medio de esta reflexión ubicó en el nivel *muy cercano* al último grupo artístico en el que participó, en el nivel *cercano* a los excompañeros de los grupos artísticos y en el *poco cercano, pero importante* a excompañeros de trabajo y estudio.

Una vez terminada la narrativa de su red personal (Figura 2b), se le realizaron a *Juliana* las preguntas de la Tabla 1, iniciando por ¿Quién soy? A la cual respondió:

Esas preguntas me parecen muy difíciles jaja... como que... ay no sé...

¿Quién soy? Soy... soy una profe de Física que le gusta bailar y la música y con ganas de aprender más y ser mejor profesora, creo que es como, como lo que yo soy.

Para *Juliana* ser profesora define lo que ella es y construye su identidad como docente a partir de su experiencia y trayectoria profesional de más de cinco años de servicio, dando forma a su "*Yo*" *profesor de ciencias*. Su compromiso con la docencia le permite negociar momentos de tensión y frustración que surgen continuamente en las reuniones con sus colegas de área, al punto de considerarlos como las personas más cercanas de su entorno laboral; tal como afirma "*una segunda familia*" que ha aprendido a conocer e identificar valores y fortalezas que aportan a su desarrollo personal y profesional.

La anterior respuesta nos permite ampliar con otro ejemplo el campo de *principios y objetivos mayores*. Su gusto por la danza y la música le ha permitido realizar diversos procesos de identificación y negociabilidad respecto a los tipos de danzas, ritmos, géneros e instrumentos musical, transformando sus habilidades e intereses

artísticos en insumos que motivan su compromiso y sus acciones en los grupos en los cuales participa o ha participado, dando sustento a su red personal. Tal como expresó, su compromiso con los diversos grupos le ha permitido participar en eventos culturales a nivel nacional e internacional representando a Colombia; creando vínculos con diversas personas y organizaciones, que al igual que con sus hermanos, puede que no sean muy fuertes, pero siempre van a estar ahí y siempre van a tener un nivel de importancia en su vida. A la pregunta ¿Cómo me gustaría ser? Respondió:

¿Cómo me gustaría ser?... me gustaría que mi trabajo o mi labor sea reconocida, reconocida o... que tenga un impacto en mis estudiantes así sea a futuro que finalmente siempre pasa ¿no? Pues no con todo el mundo, pero si hay chicas que quizás en el momento en el colegio no eran tan cercanas y después uno se entera que hay... que hay una admiración, que hay un respeto, que hay hasta lealtad si se puede decir ¿no sé? bueno y no solamente con las chicas sino con los ex estudiantes de otros lados.

En esencia, compartimos el mismo sentimiento de *Juliana*, también nos gustaría que nuestra labor docente tuviera el grado de reconocimiento social y político que merece. Nos queda celebrar pequeñas victorias que surgen cuando un profesor, muchas veces sin saberlo, es motivo de admiración, respeto y "hasta lealtad" como ella lo indica, por parte de las personas que, en algún momento de la vida, son o han sido nuestros estudiantes. Lo anterior, nos permite determinar un segundo campo de identificación y negociabilidad que denominamos "líder inspirador". En general, un líder inspirador es una persona que puede llegar a motivar o influir a otras personas para asumir compromisos con los cuales se identifican y comparten, configurando a su vez, rasgos de identidad individual y/o colectiva que se alinean con prácticas específicas que dan cuenta del compromiso adquirido. Por lo tanto, un líder inspirador puede contribuir para que otras personas se comprometan a realizar tareas de mayor complejidad o asumir nuevas responsabilidades dentro de una comunidad.

En el campo *líder inspirador* convergen diversos procesos de identificación y negociación que contribuyen a dar “rienda suelta” a nuestra imaginación para crear imágenes y/o representaciones de la labor del docente de ciencias y del “Yo” profesor de ciencias, las cuales abren la posibilidad, tanto para el docente, los estudiantes y demás colegas, de proyectar sus experiencias y expectativas a otros contextos (dentro y/o fuera del contexto escolar), generando conexiones entre el tiempo y el espacio. De esta manera, el campo líder inspirador se constituye en un recurso para visualizar y proyectar el potencial (a veces oculto) que tenemos los docentes de influir en la vida de nuestros estudiantes y ser un punto de referencia para ellos, ampliando nuestras posibilidades de motivarlos de manera directa o indirecta a asumir posibles compromisos con los cuales se identifican y comparten.

A la pregunta ¿Cómo lo puedo lograr? Respondió:

Yo creo que no sintiéndose uno satisfecho, o sea la insatisfacción o las ganas de crecer son el camino para... para poder lograr los objetivos, como moverse de ese lado en el que uno está como... como estable. Como arriesgándose a explorar nuevas formas...Y también comprendiendo que estas nuevas generaciones son diferentes, así como nosotros somos diferentes de nuestros padres, de los profesores que tuvimos, estos chicos de ahora también son diferentes tienen sus potencialidades por otro lado, entonces hay que... hay que estudiar a estos chicos jajajaja.

La asociación entre lo que *Juliana* es como profesora y lo que le *gustaría ser* genera como resultado su profunda reflexión acerca de la necesidad de arriesgarse en la búsqueda de posibles acciones futuras con la intención de “moverse” de ese lado estable en el que ella al parecer se encuentra. A su vez, la idea de salir del lado estable le permite entrar en un proceso de negociación acerca del significado de “ser un estudiante del siglo XXI”, identificando sus potencialidades y reconociendo las diferencias generacionales como un

aspecto positivo del cual el docente puede sacar gran partido, por ejemplo, conocer un poco las características de estas nuevas generaciones aportaría a implementar posibles prácticas en el salón de clase. Por otra parte, se podría decir que la insatisfacción o las ganas de crecer le ayudarían a *Juliana* a alinear sus acciones en el aula con unos principios y objetivos mayores con los cuales se identifica y difunde, ya que estos integran diversos valores que impulsan su gusto por las artes, la Enseñanza de la Física y la docencia. Consideramos al igual que *Juliana*, que no todo tiempo pasado siempre fue mejor, simplemente es otro tiempo con intereses distintos y nuevos desafíos para los docentes.

A MODO DE CONCLUSIÓN, ALGUNAS LIMITANTES DEL MODELO Y PERSPECTIVAS

Considerando los dos objetivos propuestos para el presente trabajo, el primero estructurar el marco analítico del modelo que denominamos "*campos de identificación y negociabilidad*" para el estudio de la identidad del docente de ciencias; el segundo, implementar el modelo presentando como ejemplo la reconstrucción de la narrativa autobiográfica de la red egocéntrica de *Juliana*, presentamos a modo de conclusión los siguientes aspectos.

Aunque el término "*campos de identificación y negociabilidad*" es usado por Wenger (2001, p. 281) el uso que él le da es totalmente distinto al dado por nosotros, y consideramos que al introducir el concepto de *escenarios de intervención* conseguimos operativizar el modelo de "*ecología social de la identidad*" y estructurar nuestro modelo como un aporte original. A su vez, al introducir el estudio por escenarios de intervención abrimos la posibilidad para que la noción

de identidad docente sea estudiada de manera empírica según las problemáticas, objetivos y preguntas de investigación específicas que definan los investigadores. Como expresan García y Guerrero (2012), la configuración de los elementos básicos de cada escenario es una tarea que debe realizar el investigador una vez tenga definidos sus objetivos y problemas de investigación, “dicha configuración de los escenarios hará parte del proceso de establecimiento de los marcos conceptuales” (p. 38). Es decir, el modelo que hemos propuesto es lo suficientemente flexible para ser adaptado según las necesidades y objetivos de pesquisa que se tengan.

Con relación al ejemplo de aplicación presentado, consideramos que al realizar una intervención en el escenario *sujeto “yo” profesor de ciencias* y analizar los procesos de identificación y negociabilidad de *Juliana* a partir de la reconstrucción de la narrativa autobiográfica de su red egocéntrica en conexión con los modos de afiliación (compromiso ¿quién soy?; imaginación ¿cómo me gustaría ser? Y alineación ¿cómo lo puedo lograr? fue posible determinar dos campos de identificación y negociabilidad: (i) *principios y objetivos mayores*; y (ii) *líder inspirador*.

El campo *principios y objetivos mayores* lo podemos definir como los fundamentos que motivan el compromiso, la imaginación y la alineación para emprender acciones individuales y colectivas (p. ej., la lucha por el calentamiento global, las comunidades de *Software libre* y el Conocimiento Abierto, la Educación Popular, Mujeres en la Ciencia y la Cultura, entre otros). Este campo se puede profundizar mediante la búsqueda de experiencias pedagógicas extracurriculares que nazcan de intereses genuinos del profesor y lo motiven a usar su imaginación, asumir nuevos compromisos y alinear sus objetivos de crecimiento profesional con objetivos locales y/o globales de mediano y/o largo alcance. En este caso, el *tiempo de dedicación* a estos proyectos se convierta en un objeto con un alto valor para ser negociado a nivel personal y colectivo, configurando una *economía de significados* que regula tanto el desarrollo y continuidad

de las prácticas, como su debacle haciendo que este tipo de iniciativas se conviertan en carga adicional para el docente y terminan siendo abandonados.

El campo líder inspirador lo podemos definir como la persona capaz de motivar o influir en otras para asumir compromisos y objetivos con los cuales se identifican y comparten. Consideramos que explorar este campo focalizando la figura del profesor de ciencias como un líder que inspira a sus estudiantes, colegas y en general a la sociedad, conlleva a rescatar la labor social del docente y superar algunas *crisis de identidad profesional* (DUBAR, 2002) que desmoralizan y ocasionan malestar en los profesionales, afectando gravemente la imagen de sí mismo y la imagen que tienen de su profesión. Como estrategia de implementación de campo se podría pensar en explorar otras formas y/o medios como los docentes de ciencias interactúan con sus alumnos. Por ejemplo, en la actualidad existen los *"influenciadores digitales"* los cuales según Karhawi (2017) son personas que han ganado el suficiente prestigio, distinción y legitimidad de *"ser influyentes"* y tener la capacidad de motivar en alguna medida a un grupo de personas. Por tanto, se podría extrapolar el concepto de *"influenciador"* y usar las TIC y las redes sociales como canales de divulgación y alfabetización científica, con el fin de diversificar las formas de interacción con los estudiantes y con la sociedad en su conjunto, rescatando el componente *"artístico"* de la práctica profesional, que tal como expresa Contreras (2012) es un componente esencial para superar las concepciones de racionalidad técnica de la docencia.

Por otro lado, identificamos dos limitantes del modelo propuesto. El primero, el alto grado de subjetividad de sus hallazgos; el segundo, se requiere de un tiempo considerable de inmersión y observación del grupo para definir con claridad el escenario de inter-

vención y los participantes del estudio. Con relación el alto grado de subjetividad del modelo podemos afirmar que los hallazgos dependen del tipo de interpretación que realicen los investigadores, es decir no se pueden generalizar, ni tampoco definir un único instrumento de recolección de datos o técnica de análisis. Con relación al tiempo de inmersión, como presentamos, el investigador que realizó las entrevistas era un miembro activo (participante observador) de la CoP virtual *FisiCoP* y su papel de gestor le atribuyó cierta legitimidad para formular este tipo de preguntas a los entrevistados acerca del "Yo". Esta condición sirvió para motivar a los colegas participantes a narrar de manera natural y espontánea aspectos personales que en otras circunstancias resultarían fáciles de narrar para un "desconocido". Adicional, el trabajo de campo realizado de un poco más dos años (2018-2020) y la continua sistematización de notas en el diario del investigador, permitieron identificar aspectos del contexto *online* y *offline* de los participantes e hilar algunas situaciones, anécdotas y tensiones relevantes para la composición e interpretación de la narrativa autobiográfica, que con la sola entrevista no hubieran sido posibles identificar.

Finalmente, esperamos que el modelo de campos de identificación y negociabilidad propuesto se constituyan en un recurso para operativizar la noción de identidad docente; con el fin de, aportar de manera empírica al estudio de la identidad del profesor de ciencias y apreciar posibles caminos de aproximación para el diseño e implementación de procesos formativos, tanto en formación inicial como continuada. Dentro de las perspectivas de aplicación del modelo, pretendemos explorar otros escenarios de intervención abordando problemáticas puntuales de los docentes respecto a la enseñanza de la Física y el uso y apropiación de las TIC como herramientas de mediación para la enseñanza y aprendizaje.

AGRADECIMIENTOS

Elkin A. Vera-Rey agradece la beca de doctorado otorgada desde el 2017 al 2021 por la *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior* (CAPES), Brasil, y a la beca CAPES-PRINT (Programa Institucional de Internacionalización) para realizar una pasantía de investigación desde octubre de 2019 hasta marzo de 2020 en la Universidad de Burgos (España) bajo la orientación de la profesora Dra. Ileana M. Greca. Ives Solano Araujo agradece la beca de productividad recibida por parte del *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico* (CNPq), Brasil.

REFERENCIAS

AVRAAMIDOU, L. Studying science teacher identity: an introduction. *In*: AVRAAMIDOU, L. (ed.). **Studying Science teacher identity**: theoretical, methodological and empirical explorations. Rotterdam: Sense Publishers, 2016. p. 1-14.

AVRAAMIDOU, L. Studying science teacher identity: Current insights and future research directions. **Studies in Science Education**. v. 50, n. 2, p. 145-179, Jul. 2014.

BEAUCHAMP, C.; THOMAS, L. Understanding teacher identity: an overview of issues in the literature and implications for teacher education, **Cambridge Journal of Education**, v. 39, n. 2, p. 175-189, May 2009.

BIANCHINI, J.; CAVAZOS, L.; HELMS, J. From professional lives to inclusive practice: science teacher and scientists' views of gender and ethnicity in science education. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 37, n. 5, p. 511-547, March 2000.

BOLÍVAR, A. Ciclo de vida profesional de profesores y profesoras de secundaria: desarrollo e itinerarios de formación. *In*: CERDÁN, J.; GRAÑERAS, M. (ed.). **Investigación sobre el profesorado (II) 1993-1997**. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia. CIDE, 1998. p. 163-183.

CHINN, P. Preparing science teachers for culturally diverse students: developing cultural literacy through cultural immersion, cultural translators and communities of practice. **Cultural Studies of Science Education**. v. 1, p. 367-402, Jul. 2006.

CONTRERAS, J. **A autonomia de professores**. 2 ed. São Paulo: Cortez, 2012.

DIAZ-BONE, R. Does qualitative network analysis exist? **Forum Qualitative Sozialforschung**, v. 8, n. 1, p. 311-343, Jan. 2007.

DUBAR, C. **La crisis de las identidades**: la interpretación de una mutación. Barcelona: Bellaterra, 2002.

EICK, C.; REED, C. What Makes an Inquiry-Oriented Science Teacher? The Influence of Learning Histories on Student Teacher Role Identity and Practice. **Science Education**, v. 86, n. 3, p. 401-416, April 2002.

GARCÍA, B.; GUERRERO, J. **Núcleos de educación social-NES**. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2012.

GRETTON, A., BRIDGES, T.; FRASER, J. Transforming physics educator identities: TAs help TAs become teaching professionals. **American Journal of Physics**, v. 85, n. 5, p. 381-391, April 2017.

GUBER, R. **La etnografía**: método, campo y reflexividad. Buenos Aires: Siglo Veintiuno Editores, 2011.

HEIN, K. *et al.* Aproximación al análisis cualitativo de redes sociales. Experiencias en el estudio de redes personales mediante Ego.Net.QF. **Redes. Revista Hispana para el Análisis de Redes Sociales**, v. 24, n. 2, p. 58-79, diciembre, 2013.

HINE, C. Ethnography and the Internet: Taking Account of Emerging Technological Landscapes. **Fudan Journal of the Humanities and Social Sciences**, v. 10, p. 315-329, April 2017.

HINE, C. **Ethnography for the Internet**: embedded, embodied and everyday. London: Bloomsbury Academic, 2015.

HINE, C. **Etnografía virtual**. Barcelona: OC, 2004.

HOLLAND, D. *et al.* **Identity and agency in cultural worlds**. Cambridge: Harvard University Press, 1998.

KARHAWI, I. Influenciadores digitais: conceitos e práticas em discussão. **Communicare**, São Paulo, v. 17, n. 12, p. 46-61, maio 2017.

LIEBLICH, A., TUVAL-MASHIACH, R.; ZILBER, T. **Narrative research**: reading, analysis, and interpretation. Thousand Oaks: Sage Publications, Inc, 1998.

MARTINS, A.; JUNIOR, P. Identidade e desenvolvimento profissional de professoras de ciências como uma questão de gênero: o caso de Natália Flores. **Investigação em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 3, p. 616-629, dez. 2020.

MENDOZA, P. Socialization to the academic culture: a framework of inquiry. **Re-vista de Estudios Sociales**, v. 31, p. 104-117, Sept. 2008.

MOORE, F. Positional identity as a framework to studying science teacher identity: looking at the experiences of teachers of color. *In*: AVRAAMIDOU, L. (ed.). **Studying Science teacher identity**: theoretical, methodological and empirical explorations. Rotterdam: Sense Publishers, 2016. p. 49-69.

PACKER, M. **La ciencia de la investigación cualitativa**. Bogotá: Ediciones Uniandes, 2018.

RIVERA MAULUCCI, M. Emotions and positional identity in becoming a social justice science teacher: Nicole's story. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 50, n. 4, p. 453-478, March 2013.

TARDIF, M. **Los saberes del docente y su desarrollo profesional**. Madrid: Narcea, 2004.

VARELAS, M., HOUSE, R.; WENZEL, S. Beginning teachers immersed into science: Scientist and science teacher identities. **Science Education**, v. 89, p. 492-516, April 2005.

VERA-REY, E. **Cultivo de una comunidad de práctica virtual para la resignificación de los procesos de formación inicial de profesores de Física**. 2021. 283f. Tese (Doutorado em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/231370>. Acesso em: 23 de ago. de 2023.

WENGER, E. **Comunidades de prática**: aprendizaje, significado e identidad. Barcelona: Paidós Ibérica, 2001.

8

Matheus Monteiro Nascimento
Laís Gedoz
Daniel Pigozzo

DESIGUALDADES ESTRUTURAIS, PRÁTICAS SOCIAIS E EPISTÊMICAS:

*O MODUS OPERANDI DAS CIÊNCIAS SOCIAIS
NO ESTUDO DE OBJETOS DA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*

INTRODUÇÃO

A pesquisa em Ensino de Física no Brasil passou por transformações importantes ao longo dos últimos cinquenta anos. A análise dos objetos de pesquisa, dos referenciais teóricos e dos métodos empregados nos permite organizar este período em três fases distintas. Uma primeira fase (~1960-1990) marcada por investigações focadas no ensino de conceitos, produção de material didático e formação de professores da educação básica. Como não havia ainda uma produção de conhecimento organizada nem a formação especializada de recursos humanos, muitos dos trabalhos desenvolvidos acabavam sendo realizados com base na forma de se fazer pesquisa dentro da própria Física. A visão de ciência compartilhada na época, em geral, era a do método científico clássico, entendido como uma sequência linear e rígida de passos que se inicia com uma “observação neutra” e culmina em uma descoberta científica.

Os anos foram passando e a pesquisa em Ensino foi se especializando e diferenciando. A interlocução com outras áreas começou a se fortalecer, especialmente com a Psicologia. A segunda fase (~1990-2000) da pesquisa, agora já em Ensino de Ciências, foi bastante marcada pelos estudos sobre mudança conceitual (POSNER *et al.*, 1982). Assim, as investigações desta época se concentraram no mapeamento das ideias alternativas dos estudantes sobre os conceitos abordados nas aulas de ciências. A visão de ciência presente nos estudos da área se afastou do senso comum e passou a contemplar noções compartilhadas por autores da Filosofia da Ciência, especialmente Karl Popper, Thomas Kuhn, Imre Lakatos e Gaston Bachelard. Há também neste período o início das investigações sobre história da ciência e a natureza do conhecimento científico (MATTHEWS, 1992).

Já a terceira fase da pesquisa em Ensino, agora já considerada em Educação em Ciências (~2000-momento atual), se caracteriza pela emergência da perspectiva sociocultural (LEMKE, 2001).

Nessa perspectiva, não somente a ciência, mas também o ensino das ciências e a pesquisa em Educação em Ciências são entendidas como atividades sociais humanas conduzidas dentro de contextos institucionais e culturais específicos. Há, nesse sentido, uma aproximação com a área da Sociologia, tanto nas questões educacionais (BOURDIEU, 2007 [1979]) como nas relacionadas com a prática científica (LATOURET, WOOLGAR, 1986). Assim, a terceira fase da pesquisa em Educação em Ciências, ainda em curso, evidencia um diálogo bastante sólido com referências do campo das ciências humanas e sociais para além dos canônicos da Psicologia e da Filosofia da Ciência. Com isso, notamos o início do investimento em estudos sobre desigualdades educacionais/sociais; questões de gênero, classe e raça na ciência e no ensino das ciências; estudos na interface ciência, tecnologia, sociedade, ambiente; perspectiva decolonial na ciência e no ensino das ciências.

Essa evolução da área de pesquisa em Ensino no Brasil, apresentada aqui de forma bastante sintética, é percebida, em certa medida, também no contexto internacional. Revisões sistemáticas da literatura nos principais periódicos da área evidenciam a diferenciação das linhas de pesquisa e a prevalência do enfoque na temática do ensino e da aprendizagem (LIN *et al.*, 2019). Contudo, os episódios recentes ligados à pandemia da covid-19 acenderam um alerta sobre o papel da Educação em Ciências nos tempos atuais. Seja em termos do aumento da desigualdade social (AHMED *et al.*, 2022), que impacta de forma mais severa grupos minoritários (ALSOP, BENCZE, 2020) e territórios do Sul Global (REZENDE, OSTERMANN, GUERRA, 2021; RAVEENDRAN, BAZZUL, 2021), ou do avanço de movimentos que colocam em dúvida a validade dos conhecimentos e instituições científicas (MOURA, NASCIMENTO, LIMA, 2022), a pandemia evidenciou a necessidade da pesquisa e da educação científica se fortalecerem para o enfrentamento dos desafios do mundo contemporâneo.

Nesse sentido, o objetivo do presente capítulo é apresentar trabalhos que vêm sendo desenvolvidos nas duas linhas de pesquisa do Laboratório de Estudos em Sociologia da Educação e da Ciência (LESEC) da UFRGS. Todas as ações desenvolvidas no âmbito do LESEC têm como pano de fundo a busca constante – através da Educação em Ciências – por uma sociedade mais justa, menos desigual, ecologicamente viável e capaz de lidar com controvérsias dentro e fora da Ciência. O primeiro trabalho, concentrado na linha *Desigualdades estruturais na Educação e na Ciência*, aborda a questão da formação da identidade científica de estudantes mulheres de um curso de Física. Queremos entender as razões que fazem com que as mulheres, apesar de aspirarem seguir uma carreira científica, não considerarem que a ciência seja um espaço para elas (ARCHER, MOOTE, MACLEOD, 2020). O segundo trabalho, concentrado na linha *Relações entre a Ciência e outros campos sociais*, se volta para as redes sociais a fim de estudar as práticas discursivas mobilizadas em períodos de controvérsias científicas, políticas, epistêmicas e sociais. Os dois trabalhos aqui apresentados se apoiam no *modus operandi* de se fazer pesquisa dentro das ciências sociais. Entendemos que somente com o diálogo com outras áreas é que seremos capazes de compreender na sua completude os objetos próprios da Educação em Ciências.

IMPACTO DAS DESIGUALDADES ESTRUTURAIS NA FORMAÇÃO DA IDENTIDADE CIENTÍFICA DE ESTUDANTES MULHERES DE UM CURSO DE FÍSICA

Uma das principais críticas dos estudos feministas à ciência versa sobre a sua estrutura e de que forma ela historicamente

favoreceu o sucesso masculino. Na área da Física, essa questão é ainda mais acentuada, pois ela é uma das áreas com maior presença masculina e o campo mais atrasado nas discussões de gênero (HARDING, 1986). O projeto *Impacto das desigualdades estruturais na formação da identidade científica de estudantes mulheres de um curso de Física* surge para compreendermos algumas das experiências e dificuldades que as mulheres enfrentam nos cursos de bacharelado em Física. Se reconhece que nestes espaços a maioria dos professores e estudantes são homens. Assim, considerando que a área da Física é extremamente masculinizada, e que essa estrutura se reproduz ao longo do tempo, cabe questionar o que as mulheres precisam fazer, ou não, para conseguir se adaptar nessa área. Para entender essas questões, o grupo adota uma perspectiva teórica fundamentada na intersecção entre a epistemologia da Teoria Feminista do Ponto de Vista através das obras desenvolvidas pela filósofa Sandra Harding, os estudos sobre identidade através da obra de Holland *et al.* (1998) e o conceito de identidade científica na Física de Zahra Hazari e colaboradores. A seguir, apresentamos a importância dos estudos sobre gênero e identidade científica na Física e as principais ideias das perspectivas teóricas que fundamentam as pesquisas nesta linha de pesquisa.

Nos últimos anos, as discussões sobre a participação das mulheres na ciência têm crescido cada vez mais no campo da Educação em Ciências (HEERDT *et al.*, 2018). No entanto, ainda há muitas lacunas a serem entendidas em relação às experiências dos grupos minoritários na ciência. Em relação à atuação das mulheres nas áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (CTEM) no Brasil, o número de doutoras nas áreas de Engenharias e Ciências Exatas e da Terra é duas vezes menor que o número de homens. Em áreas como das Ciências da Computação e Matemática, 75% dos trabalhos são de autoria de homens (ELSEVIER, 2017). Enquanto nessas áreas observam-se poucas mulheres, em outras observam-se poucos homens. Segundo Felício (2010), as mulheres tendem a se

concentrar em determinadas áreas, chamadas de “guetos femininos”, que são: Linguística, Enfermagem, Psicologia, Economia doméstica, Nutrição e Serviço social. Na academia brasileira de ciências, elas são minoria em todas as áreas. A área com a maior proporção de mulheres é a de Biologia com 25% (FERRARI *et al.*, 2018). Compreender por que existem os guetos femininos, desenvolver pesquisas e ações que busquem incentivar as mulheres a se inserirem em áreas nas quais elas são minoria, e a permanecerem nelas, se torna fundamental para que se obtenha uma maior diversidade dentro da ciência e nas diferentes áreas profissionais. Segundo Cordeiro (2017), a ciência e a sociedade tendem a se beneficiar da pluralidade de olhares, abordagens e pressupostos teóricos de uma comunidade científica mais heterogênea.

A pouca presença das mulheres nas áreas de CTEM não é um fenômeno atual e essa configuração não surgiu por acaso. Durante a Revolução Científica dos séculos XVII e XVIII, as instituições científicas foram estruturadas de forma a excluir as mulheres do meio científico, especialmente as mulheres da classe trabalhadora. Enquanto os homens atuavam como cientistas, o papel atribuído às mulheres era cuidar da casa e dos filhos (SCHIEBINGER, 2001). Aos poucos, as mulheres foram conseguindo se inserir no campo científico, sendo primeiro as mulheres brancas da burguesia. Ao longo de vários séculos, diversos mecanismos propiciaram que essas exclusões se perpetuassem até os tempos atuais. Desde a institucionalização do campo científico, os cargos de prestígio foram ocupados principalmente por homens brancos, favorecendo o sucesso desses indivíduos. Devido a isso, não surpreende que a ciência escolar também esteja organizada, tanto institucionalmente como socialmente, para favorecer o sucesso masculino na ciência (HAZARI; TAI; SADLER, 2007). Aumentar a participação das mulheres na ciência não é algo simples. Não basta apenas investir em ações que melhorem o desempenho das meninas nas disciplinas de ciências, física e matemática. O problema é muito mais complexo que isso, visto que

um bom desempenho em uma determinada disciplina não garante um senso de competência para atuar em profissões relacionadas a esta disciplina (HAZARI *et al.*, 2020). Segundo o estudo longitudinal feito por Archer, Moote e Macleod (2020), no qual quinze estudantes foram acompanhados ao longo de seis anos, embora as mulheres tivessem um ótimo aproveitamento nas aulas de física, elas não se sentiam competentes para seguir na área. Para as(os) autoras(es), devido aos estereótipos bastante presentes de que o cientista é um homem muito inteligente, que resolve problemas sem esforço, as meninas acabam internalizando que elas não possuem as características necessárias para serem cientistas.

Apesar dos avanços nos últimos anos, através do trabalho desenvolvido por Heerdt *et al.*, (2018) podemos perceber que ainda existem poucos estudos no Brasil sobre questões de gênero na Educação em Ciências. As autoras analisaram 70 revistas da área de Educação e Ensino de Ciências no período de 2008-2018 e encontraram 34 artigos sobre questões de gênero. Um dentre os temas de pesquisa que apareceram com maior frequência foram trabalhos sobre a participação das mulheres na ciência. Geralmente esses trabalhos focam em compreender os obstáculos enfrentados pelas cientistas com carreiras já consolidadas, sendo identificado uma lacuna de trabalhos na área da Física que abordem as experiências durante a graduação e pós-graduação.

No caso dos estudos internacionais sobre questões de gênero na Educação em Ciências o cenário é bastante diferente. As pesquisas nessa área são realizadas há décadas e possuem uma grande variedade de abordagens teóricas (WULFF *et al.*, 2018). Segundo Wulff *et al.* (2018), algumas pesquisas utilizam uma perspectiva mais ampla, voltada para a sociologia, focando no nível estrutural, nos papéis e práticas sociais e discutindo como eles são produzidos culturalmente. Já outras utilizam uma perspectiva voltada para a psicologia social, focando nas variáveis individuais como interesse, motivação, senso de pertencimento dentre outras. Além desses dois grupos, também

existe um terceiro conjunto de perspectivas teóricas que investe no conceito de *identidade científica*. Esse tipo de teoria foca tanto nos aspectos socioculturais como individuais. O conceito de *identidade científica* pode ser entendido como a forma pela qual uma pessoa percebe a ciência como um conjunto de experiências, habilidades, conhecimentos e crenças dignas (ou indignas) de seu envolvimento (CARLONE; JOHNSON, 2007). Segundo Brotman e Moore (2008), as pesquisas sobre *identidade* no campo de estudos de gênero e ciência começaram a surgir nas últimas décadas, tornando-se um dos temas emergentes da área no cenário internacional. Estes tipos de estudos surgem para suprir uma importante lacuna da área que é a consideração das questões de gênero, raciais, de classe, dentre outros constructos sociais, nas pesquisas em Educação em Ciências. A ideia principal é de que essas características individuais influenciam na forma como os sujeitos irão se identificar com a ciência.

Uma das autoras utilizadas pelo grupo para compreender as questões de gênero é a filósofa Sandra Harding. Suas obras nos auxiliam a compreender como as questões de gênero estão presentes na estrutura da ciência e da sociedade. Harding (1986) define gênero como uma categoria analítica que influencia a forma de pensar e agir das pessoas. A partir dessa definição é possível identificar como nossos sistemas de crenças e instituições são moldados por significados de gênero. Para Harding (1986) o gênero é entendido simultaneamente como um processo, pois é produzido nas interações sociais, e como um discurso, pois corresponde a um conjunto de figuras de pensamento ou ideias que geralmente são compartilhadas em uma sociedade.

Segundo Harding (1986), a vida social generificada é produzida a partir de três processos que são denominados de *Simbolismo de gênero*, *Estrutura de gênero* e *Gênero individual*. Esses três processos são distintos para diferentes culturas em diferentes períodos históricos e é muito difícil entender uma situação sem levar em conta os três processos, pois eles estão relacionados entre si. Os *Simbolismos*

de gênero são metáforas dualistas de gênero e dicotomias que as pessoas atribuem a fenômenos, coisas ou pessoas por meio da linguagem (e.g. homens são objetivos, mulheres são subjetivas, homens entendem a Física melhor do que as mulheres). A *Estrutura de gênero* é como os indivíduos organizam suas atividades e interações sociais com base nos *Simbolismos de gênero* (e.g. existem mais homens do que mulheres atuando na área da Física). Já o *Gênero individual* é uma forma de identificação e comportamento individual que é socialmente construído e está correlacionado com a "realidade" (HARDING, 1986, p. 18) ou com a percepção das diferenças sexuais. Além disso, é o modo como os seres humanos se identificam como tal, e isso pode ser percebido através do modo como um indivíduo se posiciona em diferentes contextos (DUE, 2012) (e.g. eu não sou boa em Física porque eu sou mulher). A autora destaca que a divisão de trabalho por gênero na nossa sociedade influencia a divisão de trabalho dentro da ciência, preservando também as hierarquias sociais. Essa divisão de trabalho por gênero e os *Simbolismos de gênero* relacionados à ciência, segundo Harding (1986), são igualmente responsáveis pela baixa representatividade feminina e pelo fato de que as meninas geralmente não se interessam em desenvolver habilidades científicas.

Outra abordagem utilizada pelo grupo de pesquisa é proposta pelos autores Dorothy Holland, William Lachicotte Jr., Debra Skinner e Carole Cain (1998) no livro *Identity and agency in cultural worlds*. Os autores e autoras propõem uma abordagem que busca compreender o processo entre identidade e agência, de forma que respeite os indivíduos como seres culturais e sociais. Dois conceitos importantes dessa abordagem são o de *identidade* e o de *mundos figurados*. Holland *et al.* (1998) definem *identidade* como sendo as concepções que um indivíduo tem sobre si mesmo, que são contadas aos outros e para si mesmo e, a partir disso, procura agir conforme o que diz ser. Essas compreensões sobre si mesmo são desenvolvidas através dos recursos culturais aos quais o indivíduo tem acesso.

A *identidade* combina figurativamente o mundo pessoal do indivíduo com as relações sociais e o espaço coletivo das formas culturais.

Os *mundos figurados*, acontecem no tempo histórico e no processo social. Não são algo do “imaginário” no seu sentido literal, mas sim, são “uma realidade social que vive dentro de disposições mediadas por relações de poder” (HOLLAND *et al.*, 1998, p. 60, tradução nossa). Esses mundos são produzidos socialmente, tomam forma dentro de si mesmos e dão forma a coprodução de discursos, artefatos, performances e atividades. Esses mundos possuem personagens que realizam suas tarefas e que possuem estilos de interação. Cada *mundo figurado* possui suas próprias “regras” para avaliar o valor social e seu próprio conjunto de qualidades que são importantes e valorizadas. Também existem um certo conjunto de elementos que são esperados e valorizados nas *identidades* dos indivíduos que estão num determinado *mundo figurado*. Como por exemplo, no *mundo figurado* da Física as mesmas características que são valorizadas na ciência como objetividade, racionalidade, competitividade, são as mesmas que a sociedade atribui de forma estereotipada aos homens. Tais características masculinas acabam sendo consideradas importantes para um indivíduo ser reconhecido(a) como um(a) cientista (HARDING, 1986).

Também utilizamos como aporte teórico o modelo sobre *identidade científica* na Física de Zahra Hazari e colaboradores (HAZARI *et al.*, 2010). O modelo oferece uma maneira de conectar estruturas sociais e institucionais, ambientes de aprendizagem e práticas disciplinares (CARLONE; JOHNSON, 2007). Segundo Sabouri *et al.* (2022), a *identidade científica* é constituída principalmente quando as(os) estudantes negociam suas autopercepções com os seguintes domínios: *interesse*, *reconhecimento*, *desempenho*, *competência* e *senso de pertencimento*. O conceito de *interesse* é definido como o desejo de entender e aprender os conteúdos de Física. *Competência* é a crença na capacidade de compreender os conteúdos de Física. *Desempenho* é a crença na capacidade que possui para resolver as

tarefas exigidas na Física. *Reconhecimento* diz respeito a ser reconhecido por pares, ou outras pessoas, como sendo um físico ou física. Por fim, o *senso de pertencimento* é entendido como sendo a percepção de se encaixar, ou se sentir excluído, da comunidade da Física.

Portanto, através da articulação dos conceitos propostos pelos autores e autoras discutidos anteriormente foi possível obter um quadro teórico para fundamentar as pesquisas desenvolvidas neste projeto. Nos apoiamos nessas perspectivas teóricas que emergem do campo das ciências sociais para compreender um problema caro à área da Educação em Ciências. Atualmente, estão sendo desenvolvidos estudos para compreender se, e como, as mulheres adaptam suas *identidades científicas* de modo que consigam ser reconhecidas no curso de Física. Em outras palavras, buscamos entender de que maneira as desigualdades estruturais impactam a formação da *identidade científica* de mulheres que decidem cursar o bacharelado em Física. Os resultados obtidos neste projeto podem servir de fundamentação para ações políticas de nível mesossocial, buscando mitigar os efeitos das desigualdades que impactam na decisão de persistir ou de evadir os cursos de Física.

ANÁLISE DE PRÁTICAS DISCURSIVAS NAS REDES SOCIAIS: O USO DA ETNOGRAFIA VIRTUAL NO ESTUDO DAS RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA, POLÍTICA E SOCIEDADE

As conexões humanas que estão sendo estabelecidas e propiciadas atualmente pela internet fazem parte de um processo já irreversível. É difícil imaginar alguma dimensão da vida cotidiana contemporânea que não seja híbrida ou integralmente online: recursos educacionais, conteúdos audiovisuais para entretenimento e

diversão, comprovantes de vacinação, registro de pontos para jornadas de trabalho, cópias autenticadas de documentos de identificação, dispositivos inteligentes para o controle de residências etc. Por isso, do mesmo modo como devemos nos atentar às diferentes formas de interação entre pessoas e máquinas que nunca foram experienciadas anteriormente, também é preciso dar uma atenção especial à internet como um campo e um tema para pesquisas acadêmicas.

Para dar essa devida atenção, a antropologia digital – o campo dos estudos antropológicos relacionados à internet – oferece subsídios teórico-metodológicos ímpares (GEISMAR; KNOX, 2021; HORST; MILLER, 2012). Apesar de não representar uma teoria que unifica todas as visões de mundo antropológicas que estudam o ciberespaço, a antropologia digital se constitui como um viés teórico-metodológico especialmente importante por trabalhar com premissas como, por exemplo, a ideia de que a internet é tanto cultura quanto artefato cultural. Isto é, a internet é tanto um conjunto de formas de existir, de socializar experiências, de ver o mundo, de se comportar e de se expressar compartilhadas entre um grupo de indivíduos quanto um agrupamento de produtos materiais dos atos e trabalhos, manuais e intelectuais, desses indivíduos. Para incorporá-la às pesquisas voltadas às relações entre ciência, política e sociedade centrando a dimensão humana e as diferentes formas de comunicação e conexão é preciso realmente habitar o ciberespaço, sustentando nele uma presença constante que permita um engajamento intenso com os aspectos cotidianos de seus outros habitantes e, evidentemente, construindo um registro bem aprofundado desse engajamento. Isso é o que defende Christine Hine (2000, 2015), uma das principais vozes dos estudos antropológicos relacionados à internet cujas contribuições se focam principalmente nas características de um tipo diferenciado de trabalho etnográfico: a etnografia virtual.

Apesar de existirem muitos sinônimos e termos semelhantes, o que é realmente importante em qualquer forma de trabalho etnográfico relacionado à internet é que há objetivos relativamente

específicos a serem cumpridos e, dependendo das referências escolhidas, conjuntos bem robustos de conceitos teoricamente fundamentados que podem ser usados. Através deles é possível construir correlações entre as práticas da etnografia e outras teorias para que se possa chegar a conclusões bem articuladas. Portanto, a etnografia virtual não deve ser entendida como um simples método. Seu maior trunfo é oferecer uma densa descrição das ações, dos comportamentos e dos discursos concretizados no ciberespaço; uma descrição que não é necessariamente definida pelos detalhes metodológicos e pelas estratégias específicas de imersão, observação e participação em determinadas redes sociais, plataformas, comunidades ou aplicativos.

Já mencionamos os objetivos que nos orientam a habitar e engajar com o cotidiano virtual, nunca esquecendo de registrar os detalhes do processo, mas além disso é preciso entender as estruturas que sustentam os espaços em que as experiências que serão vividas e estudadas ocorrem. Isso significa buscar entender as condições materiais necessárias para a manutenção das redes sociais, sites, aplicativos, plataformas ou quaisquer outros espaços onde uma etnografia virtual pode ser realizada. Acompanhar um grupo de indivíduos em uma comunidade do *Facebook*, por exemplo, pode exigir uma compreensão de como a empresa Meta, proprietária do *Facebook*, funciona e qual é o histórico e o objetivo da ferramenta de criação de grupos fornecidas por ela para então conseguir analisar melhor, por exemplo, quais postagens costumam receber mais engajamento dos indivíduos no grupo e porquê.

Para alcançar esse entendimento, surge a necessidade de se deslocar pelos diversos cantos do ciberespaço. Isto é, uma pesquisa que apresenta uma descrição etnográfica virtual precisa evitar de reduzir ou ficar presa a uma única rede social, plataforma, site, aplicativo, ou qualquer outro tipo de espaço – físico ou virtual. Há tantas redes dentro do ciberespaço – que, inclusive, se estendem para fora dele – que, por vezes, pode parecer adequado delimitar

severamente onde e quando será experienciado aquilo que se busca descrever com a etnografia virtual. Entretanto, a internet é, tanto para a etnografia virtual quanto para a antropologia digital como um todo, um espaço em que o momento presente é experienciado ao lado de conteúdos e informações não só de outras redes sociais, sites, aplicativos ou plataformas, mas também de registros de momentos já passados. Portanto, ao estudar antropologicamente o ciberespaço, outro objetivo importante é se manter atento a outros contextos temporais que a internet nos permite investigar com praticamente todos os mesmos recursos de visualização e interação que os registros mais recentes ou instantâneos. Em uma descrição etnográfica virtual de quais comunidades ou grupos sociais interagem mais com uma determinada *hashtag* no *Twitter*, por exemplo, pode ser extremamente difícil concluir qualquer coisa significativa sem acompanhar o desenrolar da *hashtag* por horas ou, até mesmo, dias sem poder comparar os *tweets* mais antigos com os mais recentes ou sem fazer referência à origem do termo associado à *hashtag* que pode ter surgido em algum outro canto do ciberespaço, como um site de notícias ou uma rede social completamente diferente como o *Instagram*.

Os deslocamentos espaço-temporais necessários para uma descrição etnográfica virtual servem também para rastrear as conexões virtuais que atualmente se encontram estabilizadas, as redes que mais permitem (hiper)ligações entre si e, especialmente, para mapear o que é considerado "real" ou "externo" e o que é considerado "virtual" ou "interno". Quanto melhor entendermos a dicotomia entre o digital e o analógico – ou o on-line e o off-line – perpetuadas por diferentes grupos sociais ou comunidades, melhor será nosso entendimento sobre as contradições materiais pré-existentes que sustentam o ciberespaço e sobre o porquê de certos comportamentos só serem performados na internet, sobre como vários assuntos parecerem monopolizar o debate público por dias exclusivamente de forma virtual ou, ainda, sobre como diversas comunidades e grupos sociais apresentam níveis de engajamento on-line tão diferentes de suas organizações e atividades em contextos off-line.

Outro objetivo essencial é a conscientização sobre os limites descritivos da etnografia virtual. Isso não significa que é preciso reconhecer uma suposta insignificância ou incompetência da etnografia virtual, muito pelo contrário. Significa, na verdade, uma negação das hierarquizações entre abordagens teórico-metodológicas, buscando valorizar aquilo que só a descrição etnográfica pode fazer, mas evitando omissões ou negligências éticas em suas conclusões. A totalidade do ciberespaço é algo extremamente difícil de experimentar e de se fazer entender e, no contexto da etnografia virtual e da antropologia digital, não é adequado investir em generalizações e em posições discursivas que apresentam pouco poder explicativo.

Consequentemente, algo que também se torna necessário é uma certa abertura para um holismo teórico-metodológico que aceite e comporte todas as formas possíveis de participação, observação e interação com comunidades, culturas, artefatos culturais, grupos e indivíduos. Reforça-se, assim, a intensidade da interação, comunicação e imersão no campo de estudo e com o cotidiano on-line. Todos esses objetivos e necessidades para a concretização de uma etnografia virtual acabam em um último quesito: a adaptação da pesquisa às mudanças repentinas do (e no) campo de trabalho. Em outras palavras, é essencial que seja construída uma pesquisa capaz de lidar com a espontaneidade dos fenômenos e indivíduos estudados e incorporá-la tanto ao desenvolvimento do trabalho quanto à descrição final.

O desenvolvimento desses objetivos e de outros elementos dos estudos antropológicos relacionados à internet não ocorreu – e segue não ocorrendo – sem revisionismo e criticidade. Para manter uma vigilância semântica e superar desafios contemporâneos é totalmente adequado integrar eixos analíticos às práticas etnográficas que sejam capazes de representar essas revisões e críticas (MÁXIMO *et al.*, 2012; RIFIOTIS, 2013, 2016; SEGATA, 2014). A forma como a etnografia virtual exige o reconhecimento da parcialidade e efemeridade de suas descrições pode não ser capaz de eviden-

ciar que não existe um sujeito externo – um pesquisador, no caso – com uma posição privilegiada para usar, se apropriar e representar uma cultura ou comunidade, e, portanto, é preciso se atentar à metáfora do olhar, aceitando que o trabalho de campo etnográfico é uma vivência única em uma realidade específica, mas é também a transcrição de uma experiência, uma representação textual do ato de olhar para um outro ser. Todo pesquisador que realiza estudos antropológicos relacionados à internet precisa estar atento ao seu olhar, avaliando e reavaliando ativamente seu trabalho para não construir falsas dicotomias entre elementos técnicos e elementos humanos ou a pré-existência de comunidades e culturas.

Esse processo de avaliação e reavaliação nos leva diretamente ao repovoamento do social. Ao evitar uma diferenciação acrítica entre “agentes humanos” e “elementos técnicos” e, conseqüentemente, ao evitar enclausurá-los em categorias analíticas fechadas, acabamos transformando o ciberespaço em um local habitado e verdadeiramente experimentável. Em outros termos, repovoar o ciberespaço é evitar tratá-lo como um vazio tecnológico ou uma caixa-preta virtual em que elementos técnicos e agentes humanos existem completamente apartados.

A partir da metáfora do olhar e do repovoamento do social, torna-se evidente que qualquer produto de um trabalho antropológico relacionado à internet é tanto um fato concretizado em uma realidade dada como objetiva quanto um produto de uma narrativa etnográfica. Portanto, deve-se novamente se submeter a um trabalho de avaliação e reavaliação constantes, mas agora focando na distinção que é feita entre o que é considerado “observado” e “observador”, ou “contexto sociocultural” e “referencial espaço-temporal”, cuidando se ela está sendo feita de uma forma simétrica e se estão sendo evidenciadas as redes estabelecidas entre os agentes humanos e não humanos que estão no horizonte etnográfico do pesquisador, especialmente ao incorporar a espontaneidade dos fenômenos e indivíduos estudados à descrição etnográfica final.

Desde seus primórdios, antes mesmo dos atuais pontos de revisionismo e criticidade como os que acabamos de comentar, a etnografia virtual vem trabalhando com assuntos que apresentam muitas intersecções com os temas de interesse tanto dos estudos sociais das ciências quanto da abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS); campos do conhecimento que já há muito tempo compartilham fronteiras com a Educação em Ciências. Entretanto, intersecções não ocorrem só no âmbito dos temas e objetos de estudo, mas até mesmo em um compartilhamento de visões de mundo e trajetórias analíticas. Além de uma evidente influência das obras de autores como Donna Haraway (2009), diversos domínios etnográficos (ESCOBAR, 2016) foram investigados virtualmente através de análises das práticas discursivas propostas por diferentes escolas de pensamento e com variados níveis de profundidade.

Quando a questão é a exploração de comportamentos entre indivíduos de uma comunidade, análises do discurso são referenciais extremamente apropriados porque, no ciberespaço, a maioria dos registros e artefatos culturais aos quais temos acesso, seja através de observações, interações ou participações, são produtos materiais de atos comunicacionais. Hoje em dia, há muitas redes sociais, entre as quais se destacam especialmente o *TikTok* e o *YouTube*, que se popularizam fortemente através de conteúdos que, por serem essencialmente e quase exclusivamente audiovisuais, poderiam ser objetos de análises prioritariamente semióticas, porém, mesmo nessas instâncias, o texto sobre tela está muito presente e ainda mantém um protagonismo considerável. Mantém-se, assim, a necessidade de uma análise mais específica do discurso que está sendo escrito e compartilhado. Ao olhar antropologicamente para um objeto de estudo, especialmente quando se trata de práticas discursivas, sempre o fazemos – intencionalmente ou não – com um viés, ou seja, a partir de um referencial, de uma visão de mundo e, ao reconhecer isso, torna-se plenamente adequado trazer essa forma de olhar para o fronte e provar o seu potencial como parte da fundamentação

teórico-metodológica da descrição etnográfica. Hine, por exemplo, referencia o socioconstrutivismo e a análise crítica do discurso de autores como Jonathan Potter (1996) e Norman Fairclough (1995). Entretanto, há uma tendência em especial que queremos destacar, uma tendência que tem muito em comum com movimentos recentes na Educação em Ciências: os estudos voltados ao ciberespaço que se apropriam da filosofia da linguagem de Mikhail Bakhtin (BAKHTIN, 2016; VOLÓCHINOV, 2018).

Quando a questão é mais especificamente o reconhecimento da natureza dialógica e dialética do ciberespaço e a possibilidade de estudar diferentes contextos socioculturais, até mesmo as culturas das comunidades mais marginalizadas em termos de raça, gênero, sexualidade e classe, a filosofia da linguagem de Bakhtin tem demonstrado ser uma visão de mundo especialmente adequada aos trabalhos antropológicos voltados à internet, aparecendo tanto em artigos quanto em teses de doutorado e capítulos de livro (COUTO JR., 2013; SNIUKAITE, 2007; WALSTROM, 2000). Isso acontece porque há, nas análises do discurso feitas a partir de tal filosofia, a oportunidade de tecer comentários sobre o contexto extraverbal para entender o “onde” e o “quando” das práticas discursivas, de evidenciar os gêneros discursivos de diferentes enunciados buscando compreender porque alguns textos se assemelham mais entre si do que outros e, ainda, de explorar a orientação social de uma determinada troca de palavras para tentar delimitar o seu público-alvo e a intencionalidade do discurso percebida por diferentes sujeitos.

Todas as qualidades da análise de práticas discursivas fundamentada na filosofia de Bakhtin potencializam a descrição etnográfica de uma forma única. Porém, apesar de já ter aparecido em uma diversidade razoável de trabalhos acadêmicos como apontamos há pouco, ela ainda não apresenta a notoriedade que merece no campo dos estudos antropológicos relacionados à internet. Por isso, se for adequado finalizarmos reafirmando a necessidade de nos atentarmos de uma forma especial à internet não só como um

espaço que dá forma para novas relações entre seres humanos e máquinas, mas também como um campo de estudo para pesquisas acadêmicas, precisamos então concluir com a defesa da etnografia virtual baseada no pensamento bakhtiniano como uma das possibilidades emergentes mais importantes na qual precisamos investir para o futuro dos estudos sociais das ciências.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente capítulo, que faz parte de um livro que reúne trabalhos produzidos no Programa de Pós-graduação em Ensino de Física da UFRGS, nos preocupamos em apresentar dois projetos que analisam objetos distintos da área da Educação em Ciências, mas que possuem como característica comum o diálogo com as ciências sociais. Entendemos que tanto o ensino como a pesquisa em ensino de ciências nos tempos atuais precisam fortalecer as aproximações com outras áreas do conhecimento, em especial com as ciências humanas, sociais e sociais aplicadas. O breve resgate histórico de institucionalização da área que fizemos explicita a necessidade de uma ampliação de horizontes em termos de perspectivas teórico-metodológicas para contemplar os desafios do mundo contemporâneo. Não é possível desconsiderar das pesquisas que desenvolvemos elementos como desigualdades estruturais, negacionismos, controvérsias e intersecções políticas e econômicas na educação e na ciência.

Descrevemos um projeto que tem como centralidade discutir os impactos das desigualdades estruturais na formação da identidade científica de estudantes mulheres de um curso de Física. Mostramos que a articulação de autoras como Harding, Holland e Hazari nos permite a construção de um quadro teórico capaz de sustentar a investigação proposta, ampliando nosso olhar para todas

as idiossincrasias que orbitam a construção das identidades, nesse caso específico, das identidades científicas.

Nas últimas décadas, cada vez mais temos notado o avanço do papel das redes sociais em setores da sociedade como a educação, ciência e a política. Nesse sentido, apresentamos de que maneira as ciências sociais nos auxiliam na análise de práticas discursivas nas redes sociais. Destacamos a centralidade que assume a etnografia virtual no estudo das relações entre ciência, política e sociedade. Avançamos apontando a necessidade de uma articulação com referenciais de análise discursiva. Indicamos que a metalinguística do Círculo de Bakhtin é capaz de potencializar as descrições etnográficas de forma bastante singular.

Além destes projetos descritos como exemplos de um programa de pesquisa maior, no Laboratório de Estudos em Sociologia da Educação e da Ciência (LESEC) da UFRGS há um conjunto de pesquisas sendo desenvolvidas e que se concentram nas linhas sobre desigualdades estruturais e sobre relações entre ciência e sociedade. Finalizamos reforçando o compromisso de que todas essas investigações busquem contribuir com a luta por uma sociedade mais justa socialmente, ecologicamente viável e capaz de lidar com controvérsias dentro e fora da Ciência.

AGRADECIMENTOS

Matheus Monteiro Nascimento agradece o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) a partir do Edital ARD/ARC 10/2021. Laís Gedoz e Daniel Pigozzo agradecem o apoio financeiro concedido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) para o desenvolvimento destas pesquisas.

REFERÊNCIAS

AHMED, N. *et al.* **Inequality Kills**: The unparalleled action needed to combat unprecedented inequality in the wake of COVID-19. Oxford: Oxfam GB, 2022.

ALSOP, S.; BENCZE, L. Reimagining science and technology education in the Covid-19 portal. **JASTE**: journal for activist science & technology education, Toronto, v. 11, n. 2, p. i-vii, 2020.

ARCHER, L.; MOOTE, J.; MACLEOD, E. Learning that physics is 'not for me': Pedagogic work and the cultivation of habitus among advanced level physics students. **Journal of the Learning Sciences**, v. 29, n. 3, p. 347-384, 2020.

BAKHTIN, M. **Os gêneros do discurso**. São Paulo: Editora 34, 2016.

BOURDIEU, P. **Distinção**: crítica social do julgamento. Porto Alegre: Zouk, 2007 [1979].

BROTMAN, J. S.; MOORE, F. M. Girls and science: A review of four themes in the science education literature. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 45, n. 9, p. 971-1002, 2008.

CARLONE, H. B.; JOHNSON, A. Understanding the Science Experiences of Successful Women of Color: Science Identity as an Analytic Lens. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 44, n. 8, p. 1187-1218, 2007.

CORDEIRO, M. D. Mulheres na Física: um pouco de história. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 3, p. 669-672, 2017.

COUTO JR., D. R. C. Etnografia virtual e as contribuições de Mikhail Bakhtin na pesquisa com internautas. **Revista Teias**, v. 14, n. 31, p. 97-108, 2013.

DUE, K. Who is the competent physics student? A study of students' positions and social interaction in small-group discussions. **Cultural Studies of Science Education**, v. 9, n. 2, p. 441-459, 2012.

ELSEVIER. **Gender in the global research landscape. Analysis of research performance through a gender lens across 20 years, 12 geographies, and 27 subject areas**. Elsevier, 2017. Disponível em: https://www.elsevier.com/___data/assets/pdf_file/0008/265661/ElsevierGenderReport_final_for-web.pdf. Acesso em: 16 jan. 2023.

ESCOBAR, A. Bem-vindos à Cyberia: Notas para uma antropologia da cibercultura. *In*: SEGATA, J.; RIFOTIS, T. (ed.). **Políticas etnográficas no campo da cibercultura**. Brasília: ABA Publicações, 2016.

FAIRCLOUGH, N. **Media discourse**. Londres: Bloomsbury, 2011.

FELÍCIO, J. R. D. A política das agências de fomento na promoção da participação das mulheres na pesquisa. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE NÚCLEOS E GRUPOS DE PESQUISA PENSANDO GÊNERO E CIÊNCIAS, 2010. Secretaria Especial de Políticas para as Mulheres, 2010, Brasília. **Anais [...]**. Brasília: Ministério da Educação, 2010. p. 45-52.

FERRARI, N. C. *et al.* Geographic and Gender Diversity in the Brazilian Academy of Sciences. **Anais da Acadebia Brasileira de Ciências**, v. 90, n. 2, p. 2543-2552, 2018.

GEISMAR, H.; KNOX, H. (eds). **Digital Anthropology**. 2 ed. Londres: Routledge, 2021.

HARAWAY, D. J. Manifesto ciborgue: Ciência, tecnologia e feminismo-socialista no final do século XX. *In*: TADEU, T. (ed.). **Antropologia do ciborgue**: As vertigens do pós-humano. Tradução e organização: Tomaz Tadeu. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2009.

HARDING, S. **The Science Question in Feminism**. Londres: Cornell University Press, 1986.

HAZARI, Z. *et al.* Connecting high school physics experiences, outcome expectations, physics identity, and physics career choice: A gender study. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 47, n. 8, p. 978-1003, 2010.

HAZARI, Z. *et al.* The context dependence of physics identity: Examining the role of performance/competence, recognition, interest, and sense of belonging for lower and upper female physics undergraduates. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 57, n. 10, p. 1583-1607, 2020.

HAZARI, Z.; TAI, R. H.; SADLER, P. M. Gender differences in introductory university physics performance: The influence of high school physics preparation and affective factors. **Science Education**, v. 91, n. 6, p. 847-876, nov. 2007.

HEERDT, B. *et al.* Gênero no ensino de ciências publicações em periódicos no Brasil: O estado do conhecimento. **Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática**, v. 2, n. 2, p. 217-241, 2018.

HINE, C. **Ethnography for the internet**: Embedded, embodied and everyday. Londres: Bloomsbury Academic, 2015.

HINE, C. **Virtual ethnography**. Londres: SAGE, 2000.

HOLLAND, D. *et al.* **Identity and agency in cultural worlds**. Cambridge: Harvard University Press, 1998.

HORST, H. A.; MILLER, D. (ed.). **Digital anthropology**. Nova Iorque: Berg, 2012.

LATOUR, B.; WOOLGAR, S. **Laboratory Life**: the construction of scientific facts. Princeton: Princeton University Press, 1986.

LEMKE, J. L. Articulating communities: sociocultural perspectives on science education. **Journal of Research in Science Teaching**, Hoboken, v. 38 n. 3, p. 296-316, 2001.

LIN, T. J. *et al.* Research trends in science education from 2013 to 2017: A systematic content analysis of publications in selected journals. **International Journal of Science Education**, v. 41, n. 3, p. 367-387, 2019.

MATTHEWS, M. R. History, philosophy and science teaching: The present rapprochement. **Science & Education**, v.1, 11-48, 1992.

MÁXIMO, M. E. *et al.* **A etnografia como método**: Vigilância semântica e metodológica nas pesquisas no ciberespaço. *In*: MÁXIMO, M. E.; LACERDA, J. DE S.; BIANCHI, G. (ed.). *Epistemologia, investigação e formação científica em comunicação*. Rio do Sul: UNIDAVI, 2012. p. 293-319.

MOURA, C. B.; NASCIMENTO, M. M.; LIMA, N. W. Epistemic and political confrontations around the public policies to fight COVID-19 pandemic. **Science & Education**, Dordrecht, v. 30, p. 501-525, 2022.

POSNER, G. J. *et al.* Accomodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. **Science Education**, v. 66, n. 2, p. 211-227, 1982.

POTTER, J. **Representing reality**: Discourse, rhetoric and social construction. Londres: SAGE Publications Ltd, 1996.

RAVEENDRAN, A., BAZZUL, J. Socialized medicine has always been political: COVID-19, science and biopower in India. **Cultural Studies of Science Education**, v. 6, n.4, p. 995-1013, 2021.

REZENDE, F.; OSTERMANN, F.; GUERRA, A. South epistemologies to invent post-pandemic science education. **Cultural Studies of Science Education**, Dordrecht, v. 16, p. 981-993, 2021.

RIFIOTIS, T. Desafios contemporâneos para a antropologia no ciberespaço: O lugar da técnica. **Civitas - Revista de Ciências Sociais**, v. 12, n. 3, 2013.

RIFIOTIS, T. Etnografia no ciberespaço como "repovoamento" e explicação. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, v. 31, n. 90, p. 85, 2016.

SABOURI, P. *et al.* Considerations for Inclusive and Equitable Design: The Case of STEP UP Counternarratives in HS Physics. **The Physics Teacher**, v. 60, n. 9, p. 740-743, dez. 2022.

SCHIEBINGER, L. **O feminismo mudou a ciência?** Bauru: EDUSC, 2001.

SEGATA, J. A etnografia como promessa e o "efeito Latour" no campo da cibercultura. **Revista de Antropologia**, v. 16, n. 2, p. 69, 15 dez. 2014.

SNIUKAITE, I. **Feminist cyberdialogics**: Speech-action and online community – A case study. 2007. Tese (Doutorado em Sociologia) – University of Warwick, Coventry, 2007.

VOLÓCHINOV, V. **Marxismo e filosofia da linguagem**: Problemas fundamentais do método sociológico na ciência da linguagem. São Paulo: Editora 34, 2018.

WALSTROM, M. K. "The eating disorder is not you": Applying bakhtin's theories in analyzing narrative co-construction in an internet support group. *In*: DENZIN, N. K. (ed.). **Studies in Symbolic Interaction**. Bingley: Emerald Group Publishing Limited, 2000. v. 23, p. 241-260.

WULFF, P. *et al.* Engaging young women in physics: An intervention to support young women's physics identity development. **Physical Review Physics Education Research**, v. 14, n. 2, p. 20113-1-20113-18, 2018.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Fernanda Ostermann

Licenciada em Física, mestra e doutora em Física, na área de ensino de Física, pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Atualmente, ocupa o cargo de Professora Titular e é docente permanente do Programa de Pós-graduação em Ensino de Física da UFRGS. É bolsista de produtividade em pesquisa 1B do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e seus interesses de pesquisa centram-se nas perspectivas críticas e pós-críticas na educação básica e na formação de professores.

Ives Solano Araujo

Licenciado e bacharel em Física pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG). Mestre em Física e Doutor em Ciências (área de concentração ensino de Física) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Estágio Pós-doutoral na Universidade de Harvard (EUA). Atualmente, é Professor Titular do Dept. de Física da UFRGS, Docente Permanente do PPGEnFis. Principais interesses de pesquisa: Inovações Didáticas; Modelagem Científica; Teoria Antropológica do Didático; e Comunidades de Prática.

Matheus Monteiro Nascimento

Licenciado em Física pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). Mestre e Doutor em Ensino de Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Atualmente é docente do departamento de Física e do PPGEnFis da UFRGS. Tem interesse em pesquisas sobre o impacto de desigualdades estruturais na Educação e na Ciência e sobre a relação entre a Ciência e outros campos sociais.

SOBRE OS AUTORES E AS AUTORAS

Afonso Werner da Rosa

Possui graduação em Física Licenciatura pela Universidade de Passo Fundo (UPF), mestrado em Educação pela Universidade de Passo Fundo e atualmente é doutorando em Ensino de Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Tem interesse nas seguintes áreas: História e Filosofia da Ciência, Epistemologia, Educação e Ensino de Ciências.

Alan Alves-Brito

Graduado em Física (UEFS), mestre e doutor em Ciências (Astronomia, USP) com estágios de pós-doutorado no Chile (PUC) e na Austrália (*Swinburne University e Australian National University*). Professor Adjunto IV (UFRGS). No Ensino, interessa-se por questões fundamentais de física e astronomia, história e filosofia das ciências, formação de professores, educação para as relações étnico-raciais, educação escolar quilombola/indígena e divulgação das ciências físicas em perspectivas contra-hegemônicas. Pesquisador 1D do CNPq.

Anderson Oliveira

Licenciado em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Mestre em Ensino de Física pela Universidade Federal do Rio Grande – FURG. Atualmente, é Professor de Física na rede pública estadual do Rio Grande do Sul e Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, e está interessado na pesquisa em Ensino de Física e a Educação das Relações Étnico-Raciais.

Bianca Vasconcelos do Evangelho Franco

Licenciada em Física pela Universidade Federal do Pampa – Campus Bagé (UNIPAMPA, 2018), obtendo na mesma Universidade o diploma de Mestre em Ensino (UNIPAMPA, 2020). Atualmente é estudante de doutorado no PPGEnFis da UFRGS. Tem interesse em pesquisas sobre autorregulação e evasão universitária.

Claudio J. H. Cavalcanti

Possui graduação em Bacharelado em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1989), mestrado em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1993) e doutorado em Física pela mesma universidade (2001). Desde junho de 2006 é professor da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em regime de dedicação exclusiva, onde vem atuando também como docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. Tem experiência na área de Física, atuando principalmente nos seguintes temas: inserção de tópicos de Física

Moderna e Contemporânea no ensino médio, avaliações em larga escala, métodos mistos de pesquisa, análise multivariada, Grafos, Teoria Ator-Rede, Filosofia da Linguagem do Círculo de Bakhtin e outros temas relevantes na Educação em Ciências.

Claudio Rejane da Silva Dantas

Doutor pelo PPGEnFis da UFRGS (2017), docente da Universidade Regional do Cariri (URCA), em Juazeiro do Norte, Ceará. Tem interesse em pesquisas sobre formação de professores para o ensino de Ciências/Física na Educação Básica, e uso de novas metodologias e inovação didática na educação científica.

Daniel Pigozzo

Estudante de doutorado no PPGEnFis da UFRGS. Interessado em tópicos e abordagens relacionadas aos *science studies* no contexto do ciberespaço ou, mais especificamente, no contato dialógico entre antropologia digital, etnografia virtual e a pesquisa em educação em ciências.

Eduardo Gois

Graduado em Física pela Universidade de Passo Fundo (UPF), mestre em Educação (UPF), atualmente é doutorando em Ensino de Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Tem interesse em pesquisas sobre História, Filosofia e Ensino/Educação em Ciências.

Eliane Angela Veit

Licenciada em Física, mestre e doutora em Física na área de Física Teórica, pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Realizou estágio pós-doutoral em TRIUMF - *University of British Columbia*, Canadá. Atualmente, ocupa o cargo de Professora Titular no Departamento de Física e é docente permanente do Programa de Pós-graduação em Ensino de Física da UFRGS. Seus interesses de pesquisa se centram na modelagem didático científica e em comunidades de prática na formação de professores.

Elkin A. Vera-Rey

Licenciado em Física (2010) e mestre em Educação (2015) pela *Universidad Distrital "Francisco José de Caldas"* de Bogotá (Colômbia), e doutor (2021) em Ensino de Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Atualmente, ocupa o cargo de profissional especializado no projeto do Observatório de TIC na Educação da *Universidad Distrital (OBTICUD)* e seus interesses de pesquisa estão focados no cultivo de comunidades de prática virtuais como espaços não formais para a formação de professores de Física.

Estevão Antunes Jr.

Doutor em Ensino de Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2022), mestre em Ensino de Física (2018) e licenciado em Física (2015) pela mesma instituição. Estuda, principalmente, a formação de professores no contexto

da formação inicial e/ou continuada, teorias curriculares e análise curricular com foco na BNCC, principalmente das Ciências da Natureza / Física para os anos finais do Ensino Fundamental. Atua como professor de Física na educação básica no contexto dos anos finais do Ensino Fundamental e do Novo Ensino Médio.

Gabriela Gomes Rosa

Licenciada em Física e mestra em Ensino de Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Atualmente é doutoranda do PPGEnFis da mesma instituição. Possui interesse em pesquisas sobre História e Filosofia da Ciência e Ensino de Física Quântica.

Ileana M. Greca

Catedrática de Didáticas Específicas na Universidade de Burgos (Espanha), tendo feito doutorado na área de ensino de Física (2000), na Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Seus principais interesses de investigação são a melhoria do ensino das ciências, usando referenciais da epistemologia, da psicologia cognitiva e da didática e a introdução de tópicos de ciência contemporânea para estudantes do ensino médio e superior.

Kaleb Alho

Doutorando em Ensino de Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Mestre em Educação em Ciências pela Universidade Federal de Itajubá, atualmente desenvolve pesquisa no campo da Astronomia cultural, interculturalidade e do ensino de Física sob a perspectiva sociocultural.

Laís Gedoz

Estudante de doutorado no PPGEnFis da UFRGS. Tem interesse em pesquisas sobre o impacto de desigualdades estruturais na Educação e na Ciência, especialmente sobre questões de gênero no Ensino de Física e na Educação em Ciências.

Leonardo Albuquerque Heidemann

Docente do departamento de Física e do PPGEnFis da UFRGS. Tem interesse em pesquisas sobre o ensino com enfoque no processo de modelagem científica, tecnologias de informação e comunicação no ensino de Ciências e evasão universitária.

Luciano Slovinski

Licenciado em Física pela Universidade Federal Fluminense (2012), Mestre (2017) e Doutor (2022) em Ensino de Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Concentra sua pesquisa na área de Educação e/ou Ensino de Astronomia, com foco na Formação Inicial e/ou Continuada de Professores.

Nathan Willig Lima

Bacharel em Física e mestre em Engenharia de Materiais pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, doutor em Ensino de Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. É professor do Instituto de Física e docente permanente do PPGEnFis da UFRGS. É bolsista de produtividade do CNPq nível 2. Tem interesse em história, filosofia e ensino de Física.

Neusa Teresinha Massoni

Licenciada em Física; Mestre e Doutora na área de Concentração Ensino de Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Docente do Departamento de Física e do PPGEnFis da UFRGS. Tem interesse em pesquisas sobre os impactos do uso da História e Epistemologia da Ciência na educação científica, e em pesquisas da área de Ensino de Física que articulem as relações Universidade-Escola Básica.

Rodrigo Weber Pereira

Mestre em Ensino de Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Bacharel e Licenciado em Física pela mesma instituição. Atualmente é doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da UFRGS. Tem experiência na área de Ensino de Física, atuando principalmente nos seguintes temas: Modelagem Científica, sob a perspectiva da Modelagem Didático-Científica (MDC+) e Formação de Professores de Física sob a perspectiva da Teoria Antropológica do Didático (TAD).

Tobias Espinosa

Licenciado em Física pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Mestre e Doutor em Ensino de Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Realizou estágio de doutorado sanduíche na Universidade de Harvard. Atualmente é professor do Departamento de Física da UFRGS e docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da UFRGS. Tem interesse em pesquisas sobre inovações didáticas, métodos ativos de ensino e evasão universitária.

[www.PIMENTACULTURAL.com](http://www.pimentacultural.com)

CADERNOS DE PESQUISA DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA DA UFRGS

